m. marin

la radio en 20 lecciones

marcombo



¿LAS MATEMÁTICAS?...

¡Pero si son muy fáciles!

por **FRED KLINGER**

Traducido al castellano por JOSÉ M.ª BOIXAREU VILAPLANA

212 páginas. Tamaño: 14 × 22 cms.

Numerosas figuras alusivas a problemas técnicos y ejercicios resueltos

Las matemáticas tienen mala reputación, pero son una necesidad. Su mala reputación hay que atribuirla a que se nos enseñan mal. Los profesores americanos han comprendido cuán contraproducentes son los métodos clásicos, que presentan los problemas con cierto misterio con el fin de no desmerecer la "sapiencia" de los que nos las dan a conocer, y con donaire tratan de que nos resulten agradables y familiares. Esto permite que muchos técnicos, intelectuales y padres de familia, que no quieren quedar atrasados con respecto a sus hijos, por habérseles olvidado un poco, se lancen nuevamente a reconsiderarlas. Pero... ¿cómo hacerlo? Los sistemas antiguos les parecen áridos y buscan con afán métodos nuevos, fáciles y eficaces. De ahí el éxito, tanto en Europa como en América, de obras como esta que ofrecemos a nuestros lectores.

¿De qué forma se ha llegado a esta sencillez?

...partiendo de la idea de que en matemáticas la única cualidad que debe poseerse es la de *comprender* y que todo tiene su *lógica*. Establecida esta premisa el autor arranca de elementos conocidos para deducir las consecuencias en lugar de hacer afirmaciones; todo ello utilizando un lenguaje familiar. Se empieza por el primer capítulo con un lápiz y papel. En pocos minutos (desde luego apasionantes) el lector habrá realizado los ejercicios prácticos correspondientes. Para evitar un paso en falso el libro da todo el proceso de resolución de cada ejercicio y, además, el resultado.

Es un verdadero método de asimilación, parecido al que existe desde hace tiempo para aprender idiomas, dibujo o radio. Sin producir pesadez, se demuestran, gracias a los sistemas de numeración, el mecanismo de los exponenciales y del sistema binario. De los exponenciales a las raíces, se progresa en Álgebra pura hacia las primeras ecuaciones, los logaritmos, la trigonometría y las primeras integrales.

Las funciones de la Geometría, hipérbolas, parábolas, etc., permitirán al lector resolver fácilmente las ecuaciones por medio de gráficos.

¿Sabe Ud. sumar?

Éste es el único conocimiento indispensable: las matemáticas son más sencillas que la aritmética, mas para que esto sea verdad es preciso desembarazarse de cuanto se opone a su comprensión.

Al decir esto no nos referimos a sus dificultades naturales, pues éstas quedan resueltas magistralmente por el autor.

Las fórmulas no deben aprenderse de memoria: el cerebro no debe ser convertido en un registro pasivo; debe comprender el "porqué".

En el libro se explica la manera de alcanzar la fórmula correcta para que luego, uno mismo, pueda hallar las que se presenten.

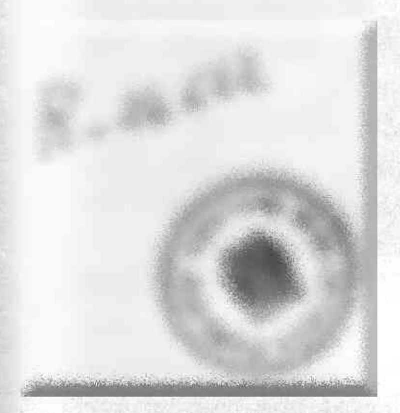
Su finalidad práctica

Al libro se le ha dado una orientación deliberadamente práctica y el mínimun de teoría indispensable que contiene tiende a facilitar los métodos directamente utilizables en todo momento.

EN SÓLO QUINCE DÍAS PUEDE UD. APRENDER MATEMÁTICAS

MANUEL MARÍN BONELL
INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN Y LICENCIADO EN CIENCIAS

LA RADIO EN 20 LECCIONES



SEGUNDA EDICIÓN

EDICIONES TÉCNICAS MARCOMBO, S. A.
Avenida José Antonio, 594 - BARCELONA

DEPÓSITO LEGAL, B. 14.777. - 1962

N.º R.º 206 - 1962

Imprenta Clarasó: Villarroel, 17. — Barcelona

PRÓLOGO

La literatura técnica española cultiva con escasa frecuencia la modalidad autodidáctica y difícilmente sigue el ritmo de los progresos que aparecen en el mercado.

A llenar este vacío van dirigidas estas 20 lecciones de Radioelectricidad, redactadas de manera que los menos iniciados puedan seguir un curso autodidáctico que desde la primera lección lleva al lector de la mano para aprender la construcción de los Receptores Radioeléctricos, de lámparas y transistores, comprender su funcionamiento y capacitarse para diagnosticar y corregir cualquier defecto que dificulte el perfecto funcionamiento del aparato.

En estas 20 lecciones el alumno va pasando insensiblemente de una a otra y de lo fácil a lo difícil, de manera progresiva, sin la menor fatiga, sin prisas y sin pausas.

Al final comprenderá que cada lección le ha colocado en condiciones de aprender la lección siguiente, de manera intuitiva y alcanzando la meta deseada de saber cómo concebir, diseñar y construir el más complicado receptor y el amplificador audiofrecuencia más potente para sonorizar una verbena, una sala de concierto, un cine o una iglesia.

Con la ilusión y la esperanza de lograr este propósito dedico este libro a todos los principiantes.

EL AUTOR

ÍNDICE



LECCIÓN I

NOCIONES DE ELECTRICIDAD

¿Qué es la electricidad?

El concepto que los hombres de ciencia han tenido de la electricidad a través de los tiempos ha sido distinto, variando según las épocas de acuerdo con las posibilidades que ofrecían los métodos y medios de experimentación.

La electricidad, que en tiempos remotos fue conocida, no en su naturaleza última, sino por sus efectos, fue motivo de experimentos que en evolución sucesiva nos han conducido al estado actual de la ciencia eléctrica.

Seiscientos años antes de Jesucristo, descubrieron los griegos que frotando el ámbar amarillo, adquiría la propiedad de atraer cuerpos ligeros. Este fenómeno atrajo poderosamente la atención de numerosos sabios que distraídos en discusiones no dedicaron su atención a las necesarias experiencias que podrían haber conducido a resultados prácticos.

Nada menos que 22 siglos hubieron de transcurrir desde este descubrimiento para que el físico inglés Gilbert repitiera las experiencias, no solamente con el ámbar, sino con otros cuerpos como el vidrio y la resina e incluso con los metales, con los que no pudo obtener el resultado apetecido.

De todo ello se dedujo que la electricidad era un fluido al que denominaron así por suponerla procedente del ámbar amarillo, cuyo nombre es "electrum" en griego.

Los tiempos modernos nos han familiarizado con nuevas teorías entre las que está la electrónica, hoy día admitida para explicar la naturaleza de la electricidad, que supone a ésta constituida de pequeñísimas porciones de materia.

Pero para que podáis comprender con facilidad lo que acerca de este interesante tema hemos de deciros a continuación, es necesario que os expongamos algunos conceptos que os permitirán explicaros con facilidad qué es lo que se conoce por "corriente eléctrica".

Materia

Todo aquello que puede impresionar nuestros sentidos y en especial el del tacto, recibe el nombre de *materia* y una porción de la materia constituye los denominados *cuerpos*.

Si por medio de una máquina que pudiera llegar a un grado perfecto de trituración de un cuerpo, lo reducimos a un finísimo polvillo, llegaríamos a lo que se conoce con el nombre de *moléculas*. Estas partículas, que son la menor cantidad de materia en que puede dividirse un cuerpo, conserva las características del mismo, es decir, si el cuerpo es la sal, la molécula seguirá siendo sal, si es agua, la molécula será agua.

Pero apelando a otros procedimientos que nos brinda la Química, se ha descubierto que la molécula, que al parecer, no es posible dividir en partes más pequeñas, está compuesta de otras partículas muchísimo más pequeñas a las que se ha dado el nombre de *átomos*, cuya naturaleza, en muchos casos, ya no es la de la molécula de que proceden.

Los átomos son a su vez pequeños mundos, en el interior de los cuales se desarrolla una vida que ofrece aspectos interesantísimos por lo que vamos a dedicarle nuestra atención en los párrafos sucesivos.

Electrones

Las teorías actuales admiten que los *átomos* están formados por pequeñísimas cargas de electricidad que reciben el nombre de *electrones*, cuya agrupación constituye un núcleo central formado por cargas positivas a cuyo alrededor giran a enormes velocidades las cargas o electrones negativos. El conjunto formado por el núcleo central y los electrones exteriores forman algo semejante a un sistema planetario.

En general el átomo es eléctricamente

neutro, es decir, no es ni positivo ni negativo, ya que la carga positiva del núcleo central está equilibrada por la suma de las cargas negativas de los electrones que giran alrededor del mismo, pero cuando por alguna causa se altera este equilibrio, se producen los fenómenos que dan lugar a las *corrientes eléctricas*.

Además de los electrones que describen órbitas cerradas en su giro alrededor del núcleo central, existen en el interior de los átomos otros electrones libres cuyo movimiento puede provocarse por una causa exterior y de cuyo número depende que un cuerpo sea buen o mal conductor de la electricidad.

Los primeros, denominados *conductores*, son los que contienen gran número de electrones libres y los segundos, denominados *aislantes*, son los que contienen un pequeno número de este tipo de electrones.

Entre los primeros podemos citar los metales en general y a los segundos corresponden los aceites, la porcelana, la mica, etc.

Desplazamiento de los electrones. Corriente eléctrica

Si se ponen en presencia y a una corta distancia dos cuerpos en los que no exista equilibrio eléctrico, de forma que en uno haya un exceso de electrones (cargado negativamente) y en el otro una falta de electrones (cargado positivamente), existirá una tendencia al restablecimiento del equilibrio que se conoce con el nombre de *diferencia de potencial* entre ambos.

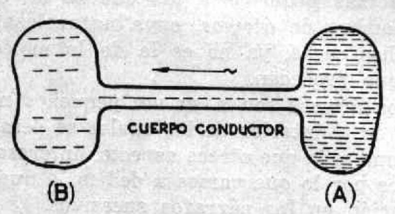


Fig. I-1. — Los electrones se desplazan a través del cuerpo conductor en el sentido indicado por la flecha.

Si entre estos cuerpos existe una separación y esta diferencia de potencial es elevada, saltará una chispa, pero si están unidos por medio de un cuerpo conductor los electrones se desplazarán a través del mismo desde el cuerpo que posee mayor número al que tiene menor número de electrones.

Este desplazamiento de electrones constituye la *corriente eléctrica*, que será tanto más intensa cuanto mayor número de electrones libres posea el cuerpo conductor y por lo tanto el equilibrio se restablecerá más rápidamente.

Por convenio se ha establecido que la corriente circula desde el cuerpo que tiene carga positiva al que está cargado negativamente, *dirección que es en realidad contraria a la del movimiento de los electrones.*

Para que persista la corriente es necesario que por medio de una causa exterior se mantenga el desequilibrio eléctrico entre los cuerpos con cargas distintas. Esta causa exterior, conocida por *fuerza electromotriz*, puede ser el calor, un fenómeno químico, etc.

Para ilustrar lo dicho nos referiremos a la fig. I-1 en la que se representan dos cuerpos: El A cargado negativamente, por disponer de un exceso de electrones y el B, cargado positivamente por existir en él una falta de electrones, unidos por un cuerpo conductor, es decir, provisto de un cierto número de electrones libres. El cuerpo cargado positivamente absorbe los electrones libres del cuerpo conductor, que son sustituidos por los electrones que proceden del cuerpo A, continuando este proceso hasta que las cargas de los cuerpos A y B sean iguales.

Conductibilidad y resistencia

Como ya hemos indicado anteriormente, los cuerpos que contienen un gran número de electrones en libertad son los conductores y la facultad de un cuerpo de permitir el flujo de electrones a través de su masa se denomina *conductibilidad*. Por el contrario, se denomina *resistencia* a la oposición que ofrecen los cuerpos al establecimiento del flujo electrónico.

Ni todos los cuerpos son absolutamente conductores, ni perfectamente resistentes. La mayor o menor dificultad con que se puede establecer el flujo electrónico, es decir, la corriente eléctrica, a través de los cuerpos caracteriza a éstos como buenos o malos conductores pero existen otros cuerpos que no son tan buenos conductores como los pri-

meros, ni tan malos como los segundos, pues en la práctica son necesarios valores de resistencia y conductibilidad intermedios.

Circuito eléctrico

El camino completo a través del que circula la corriente eléctrica, o lo que es igual, a través del cual los electrones pueden transmitir sus cargas, se denomina *circuito eléctrico.*

Para que nos resulte más fácil comprender lo que ocurre y por qué ocurre en un circuito eléctrico, vamos a recordar lo que sucede en un circuito hidráulico, con el que estaréis mucho más familiarizados.

Supongamos, según vemos en la figura I-2 (A), un sistema formado por cuatro depósitos 1-2-3-4 unidos por cuatro tuberías T_1-T_2-T_3 y T_4, en la primera de las cuales hemos intercalado una bomba B capaz de hacer ascender el agua desde el depósito 1 al 2.

Es natural que para ello tendrá que aplicarse, mediante la bomba B, una fuerza que denominaremos "fuerza hidromotriz" capaz de vencer la diferencia de nivel entre los depósitos 1 y 2.

Si entre los depósitos 2 y 3 existe una diferencia de nivel, el agua del 2 pasará al 3 a través de la tubería inclinada T_2.

Entre los depósitos 3 y 4 existe también una diferencia de nivel grande y por lo tanto el agua pasará del primero al segundo a través de la tubería T_3. Si intercalamos en esta tubería una rueda provista de paletas C, sobre la que caiga el agua que procede del depósito 3, esta rueda girará desarrollando un trabajo tanto mayor cuanto mayor sea la presión del agua que cae sobre sus paletas. Esta presión dependerá, no solamente de la cantidad de agua, tanto mayor cuanto mayor sea el diámetro de la tubería, sino de la diferencia de nivel entre el depósito 3 y la rueda C.

Es evidente que el trabajo verificado por C, que puede aprovecharse mediante una transmisión por correas a una máquina cualquiera, será menor que el que corresponde a la potencia desarrollada por la bomba B, ya que el desplazamiento del agua, que constituye la fuerza motriz, ha experimentado pérdidas por rozamiento del agua en las tuberías y por las sucesivas pérdidas de nivel desde los depósitos 2 al 3 y del 4 al 1.

Pasemos ahora a la fig. I-2 (B), en la que se representa el circuito eléctrico equivalente, formado por:

a) Un generador eléctrico G, que es el destinado a mantener el equilibrio eléctrico o "diferencia de potencial" equivalente a la diferencia del nivel del agua entre los depósitos 1 y 2. El generador G es equivalente a la bomba B del circuito hidráulico.

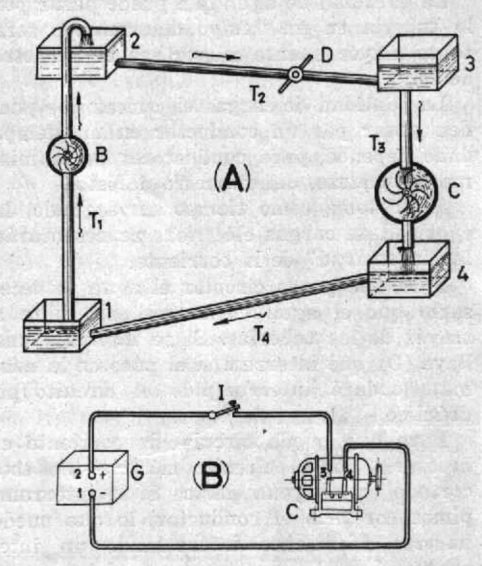


Fig. I-2. — Analogía entre el circuito hidráulico (A) y el circuito eléctrico (B).

b) Unos hilos metálicos (conductores) que conectan el terminal 2 del generador con el 3 de un motorcito C y el 4 de éste con el 1 del generador.

Los hilos metálicos son equivalentes a las tuberías T_1, T_2, T_3 y T_4, y el motorcito a la rueda de paletas C.

Si no existiese la bomba o el generador eléctrico la corriente de agua o la eléctrica cesaría tan pronto hubiese pasado toda la carga de agua del depósito 2 al 1 en el ejemplo de la fig. I-2 (A), o cuando todas las cargas eléctricas capaces de desplazarse desde el punto 2 al 1 hubiesen establecido el equilibrio eléctrico entre estos puntos.

La potencia almacenada en la masa de agua contenida en el depósito 2 va dismi-

nuyendo por el rozamiento del agua en la tubería, por la diferencia de nivel entre los depósitos 2 y 3, 3 y 4 y 4 y 1 y por rozamientos por el giro de la rueda C.

El potencial eléctrico del punto 2 va disminuyendo por la "resistencia" de los conductores y en el interior del motor, lo que produce una diferencia de nivel eléctrico o "diferencia" de potencial entre los puntos 2 y 3, 3 y 4 y 4 y 1 del circuito eléctrico.

La cantidad de agua que puede pasar por la tubería en un tiempo determinado será tanto mayor cuanto mayor sea el diámetro de ésta.

La cantidad de cargas eléctricas que pueden pasar por un conductor en un tiempo dado depende, para conductores de la misma naturaleza, del diámetro de éstos.

Si se toma como tiempo un segundo, la cantidad de cargas eléctricas representarán la "intensidad" de la corriente.

Para que pueda circular el agua es necesario que el agua encuentre paso libre a través de las tuberías. Si se intercala una llave (D) que interrumpa el paso de la misma, quedará interrumpido el circuito hidráulico.

Para que pueda circular la corriente es necesario que el circuito eléctrico no esté cortado en ninguna parte. Si lo interrumpimos cortando el conductor, lo que puede hacerse fácilmente intercalando un interruptor I en el conductor, quedará interrumpida la corriente inmediatamente.

Generadores eléctricos

Como ya hemos indicado en párrafos anteriores, un generador eléctrico es un elemento capaz de mantener el desequilibrio eléctrico o "diferencia de potencial" entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Existen diferentes clases de generadores eléctricos, ya que, como veremos, la electricidad puede originarse por diferentes procedimientos como son entre los más importantes, las reacciones químicas, los procedimientos mecánicos y el calor.

Sin perjuicio de explicaros lo que son y cómo funciona cada uno de los diferentes generadores eléctricos, comenzaremos por los que se fundan en los efectos eléctricos de las reacciones químicas, de las que constituyen el ejemplo más elemental las denominadas *pilas eléctricas*.

Efectos de las reacciones químicas

Tal vez lo hayáis oído referir o leído en algún libro de texto. Se trata del profesor Galvani, que en 1789 trataba de estudiar el sistema nervioso de las ranas, disecándolas y colgándolas de los hierros de una reja mediante hilos de cobre que atravesaban las patas de estos animales.

Quedó pensativo al observar que cuando, por la acción del viento tocaban las ranas contra el hierro de la reja, se producían convulsiones que le hicieron pensar en la existencia de un fluido especial que daba vida a los miembros muertos.

Conocedor Volta de estos experimentos y sus resultados, ensayó por su parte algunas combinaciones asociando metales distintos y estableciendo contacto entre ellos a través de ácidos. El resultado fue la famosa pila de Volta, formada por rodajas de cinc y de cobre, apiladas (de aquí el nombre de "pila") y separadas por rodajas de paño de igual tamaño, impregnadas en ácido sulfúrico.

Habiendo unido por medio de un hilo de cobre fino la primera rodaja de la pila y la última, que eran de cinc y de cobre respectivamente, observó Volta que el hilo de cobre se calentaba, y algún otro fenómeno que le llevó a la convicción de que a través del circuito así formado circulaba una corriente eléctrica, que atribuyó a la reacción química desarrollada por la acción del ácido sulfúrico sobre los metales.

Éste fue el origen de la pila eléctrica cuya constitución ha ido evolucionando a través del tiempo, pero no así su principio fundamental, es decir, la existencia de metales y substancias químicas que al reaccionar entre sí den lugar a la creación de una diferencia de potencial que convenientemente aprovechada dé lugar al establecimiento de una corriente eléctrica en un circuito cerrado.

PILA LECLANCHÉ. — Para no hacer más extensos nuestros comentarios nos vamos a referir exclusivamente a la pila que pudiéramos denominar típica, ya que aun cuando existen otras clases de pilas, ésta es la que más popularidad ha alcanzado.

En la fig. I-3 hemos representado el modelo clásico de pila Leclanché que está formada por los elementos siguientes:

a) Un vaso de cristal en el que van contenidos todos los elementos de la pila y el "líquido excitador", que suele ser agua con

sal o con algún ácido. Este líquido debe ser capaz de producir, en unión con uno de los electrodos (el negativo), una reacción quí-

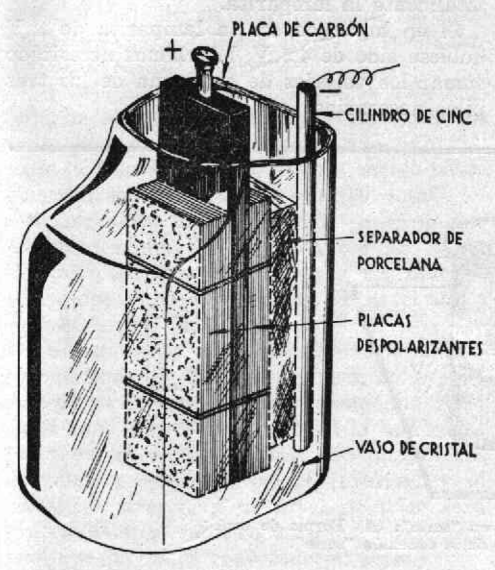


Fig. I-3. — Modelo clásico de pila Leclanché.

mica que desarrollará una diferencia de potencial entre éste y la disolución acuosa.

b) Un metal atacable por el líquido excitador; este metal es una varilla de cinc amalgamado, es decir, combinado con mercurio. Esta varilla constituye el polo "negativo" de la pila.

c) Un elemento que no puede ser atacado por el líquido excitador y cuya finalidad es establecer el contacto necesario entre el líquido excitador y el circuito a que ha de conectarse la pila. Este elemento puede ser una placa de carbón sin impurezas y constituye el polo "positivo" de la pila.

d) Una sustancia capaz de absorber el hidrógeno que se desprende del agua contenida en el líquido excitador y que al depositarse sobre el polo positivo acorta la duración de la pila.

Para evitarlo se agrega un nuevo elemento formado por dos placas de un compuesto químico denominado bióxido de manganeso, adosando una de ellas a cada cara de la placa de carbón (polo positivo).

e) Y finalmente una pieza de porcelana para aislar la placa de carbón de la varilla de cinc.

Para formar un bloque único, con todos los elementos, que se sumerge en el líquido excitador, se utilizan dos bandas estrechas de goma.

PILAS SECAS. — El modelo de pilas que acabamos de examinar solamente tendrá aplicación cuando se han de mantener totalmente inmóviles.

Todos sabemos que existen aparatos de radio portátiles para campo, playa y viaje alimentados por medio de pilas, en las que no sería aplicable el tipo estudiado, que denominaremos *pila húmeda* por contener un *líquido* excitador.

Fue necesario recurrir a una variante de esta pila, denominada "pila seca" que vamos a describir seguidamente.

Su verdadera denominación debiera ser "pila de líquido inmovilizado" y se representa en la fig. I-4; en (A) su aspecto interior, en (B) el exterior y en (C) el símbolo que representa a la pila en los esquemas.

La varilla de cinc (polo negativo) ha sido sustituida por un vaso cilíndrico del mismo metal recubierto exteriormente por cartón y papel en el que van impresas las referencias técnicas y comerciales de la pila. Por medio de un trozo de hilo de cobre aislado soldado por un extremo al vaso de cinc y el otro a un borne, se provee el terminal "negativo" de la pila.

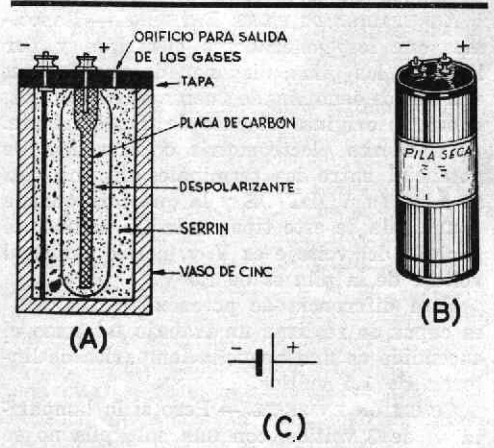


Fig. I-4. — Pila seca: (A) Interior de una pila seca; (B) Aspecto exterior; (C) Símbolo de la pila.

El polo "positivo" está formado, como en las pilas húmedas, por una placa o varilla de carbón sin impurezas provisto de un borne de conexión.

Esta placa de carbón va en el interior de un saco que contiene el bióxido de manganeso (*despolarizante*).

En el vaso está contenido además el líquido excitador empapado en alguna sustancia (agar-agar, almidón, etc.) capaz de mantener el mayor tiempo posible el grado de humedad necesario.

Para tapar el vaso de cinc se emplea lacre, resina o cualquier otro material adecuado, practicándose en la tapa un pequeño orificio para la salida de los gases desprendidos en el interior de la pila.

AGRUPACIÓN DE PILAS. BATERÍAS. — Repetimos que los generadores eléctricos y por lo tanto las pilas, disponen de una fuerza, que hemos denominado fuerza electromotriz, capaz de originar el paso de una corriente.

La fuerza electromotriz o diferencia de potencial entre los terminales de una pila se mide en VOLTIOS y la que corresponde a una pila de este tipo es de 1,5 voltios; el símbolo del voltaje es V y, por lo tanto, el voltaje de la pila es de 1,5 V.

Esta diferencia de potencial o "voltaje" es capaz de realizar un trabajo tal como el encendido de una pequeña lamparita de linterna de 1,5 voltios.

CONEXIÓN EN SERIE. — Pero si la lamparita es de 3 voltios, con una sola pila no se conseguirá que brille con su máxima intensidad sino que su filamento se pondrá al rojo y su encendido será muy tenue. Para que luzca con un brillo normal es necesario que utilicemos dos pilas, unidas entre sí o "conectadas" según se dice en términos eléctricos, según se muestra en la figura I-5 (A).

Fácilmente se deduce que ha sido necesario *sumar* las diferencias de potencial de las dos pilas (1,5 V + 1,5 V = 3 V) para obtener los 3 V necesarios para encender totalmente la lamparita.

Si en lugar de ser la lamparita de 3 V hubiese sido de 4,5 V, habríamos necesitado sumar los voltajes de cada una de las tres pilas necesarias.

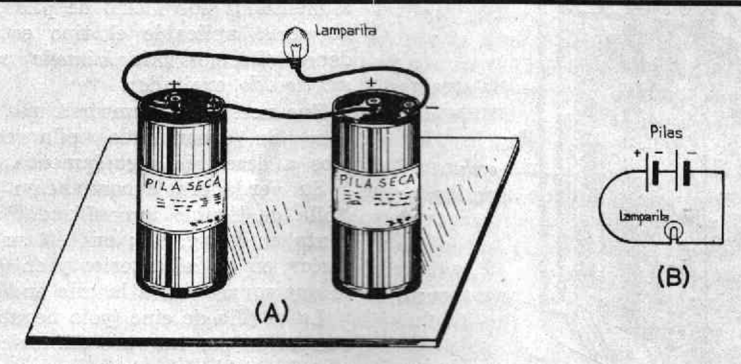


Fig. I-5. — Agrupación de dos pilas en "serie": (A) Forma de conectar las pilas; (B) Símbolo de la conexión "serie".

Para ello se unen mediante un conductor de cobre corto y no muy fino el polo negativo de la primera pila con el positivo de la segunda si se asocian dos pilas, o si fueran tres se continuará uniendo el negativo de la segunda con el positivo de la tercera y así sucesivamente según el número de pilas utilizadas. Al final quedarán sin unir a otros polos el positivo de la primera y el negativo de la última que son los polos del conjunto de pilas, que ya no se denomina "pila" sino "batería".

Como se suman los voltajes individuales de cada pila, el voltaje de la batería será de 1,5 + 1,5 = 3 V si se conectan dos pilas; de 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5, si el número de baterías conectadas es de tres, y así aumentando 1,5 V por cada pila adicional.

Esta forma de conectar las pilas se conoce por conexión en *serie* y se utiliza para disponer de un voltaje o diferencia de potencial superior al que puede suministrar una sola pila.

El símbolo gráfico utilizado para representar el circuito de la fig. I-5 (A) es el mostrado en la fig. I-5 (B).

Podemos facilitar la comprensión de cuanto hemos dicho anteriormente, recordando que para trasladar una carga de ladrillos

desde el nivel de la calle a un depósito que se encuentra a una altura de 4 metros bastará situar cuatro hombres escalonados de metro en metro de altura que irán pasándose, de ladrillo en ladrillo, todos los existentes en la calle hasta llegar a trasladarlos al depósito superior.

Observemos que para verificar este trabajo ha sido necesario sumar los esfuerzos individuales de cada hombre que han salvado la diferencia de nivel de 1 metro hasta alcanzar los 4 metros de desnivel total.

Observamos también que a pesar de haber intervenido cuatro hombres no se ha trasladado cada vez más que un ladrillo, salvándose una diferencia de nivel de 4 metros.

Análogamente, en el circuito *serie*, el desplazamiento de electrones, o sea, *la intensidad de la corriente es la misma* que sería en el caso *de una sola pila*, si la lamparita fuese de un voltaje menor, con un número de pilas proporcionalmente inferior, y el voltaje o diferencia de nivel eléctrico será proporcional al número de pilas o "elementos" que hayamos conectado en serie.

CONEXIÓN EN PARALELO. — Ocurre a veces que deseamos encender una lamparita de pequeño voltaje, supongamos que de 1,5 V, pero que necesite una corriente mucho más intensa que para su encendido normal.

Si utilizamos una sola pila, no cabe duda de que encenderá con el máximo brillo, pero la pila se agotará rápidamente por exigirse un régimen de trabajo muy superior al normal.

¿Cómo puede conseguirse que la duración de la pila no disminuya? Pues utilizando mayor número de éstas y uniéndolas en *paralelo*, es decir, todos los polos positivos de las pilas entre sí y todos los negativos también entre sí.

De este modo dispondremos de una batería cuyo voltaje será el mismo que el de una pila solamente, es decir, 1,5 V, pero capaz de suministrar una corriente cuya intensidad será doble si se conectan en paralelo dos pilas, triple si se conectan tres, cuádruple si se conectan cuatro, etc.

Antes de pasar adelante diremos que para medir la intensidad de una corriente se la compara con otra que se toma como unidad y se denomina AMPERIO.

Para darnos cuenta del orden de magnitud de esta unidad diremos que una corriente de 1 amperio (se representa con el símbolo A), o sea, de 1 A, será la que circule por un circuito cuya resistencia sea la unidad (1 ohmio) alimentado por una fuerza electromotriz de 1 voltio.

En ciertas aplicaciones de electricidad, la radio por ejemplo, las intensidades normales suelen ser cien o mil veces menores que la unidad y para evitar el uso de decimales, se utiliza como unidad de comparación la milésima parte de 1 A, que se denomina miliamperio y su símbolo representativo es mA.

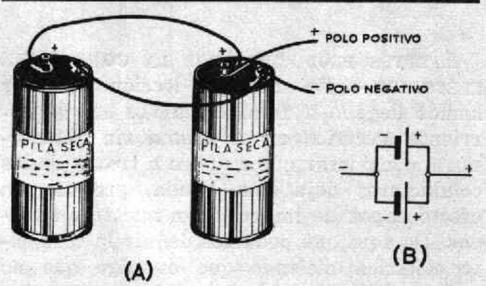


Fig. I-6. — Conexión de pilas en "paralelo": (A) Forma de conectar las pilas; (B) Símbolo de la conexión en "paralelo".

Recurriendo al ejemplo utilizado para aclarar el caso de la conexión de pilas en "serie" podemos hacer fácilmente comprensible el de la agrupación de pilas en "paralelo".

Si hay que elevar a una altura de un metro cuatro ladrillos en el mismo tiempo que antes elevábamos uno solo y suponemos que cada hombre sólo pudiera elevar un ladrillo, sería necesario el trabajo simultáneo y no sucesivo como antes, de los cuatro hombres, que se situarían juntos y al mismo nivel, que sería el de la calle.

La analogía es perfecta. Los cuatro esfuerzos individuales no salvarán una diferencia de nivel superior a la que salvaba antes un hombre sólo (en el caso del circuito eléctrico la diferencia de potencial o de nivel eléctrico, es el suministrado por una sola pila), pero el número de ladrillos trasladados en la unidad de tiempo es cuatro veces mayor que en el caso anterior.

En el caso del circuito eléctrico, el número de cargas eléctricas desplazado es cuatro veces mayor, lo que equivale a decir que la intensidad de la corriente es cuádruple.

En la fig. I-6 (A) se muestra la conexión de dos pilas en paralelo y en I-6 (B) su símbolo representativo en los esquemas eléctricos.

LECCION II

ELECTROMAGNETISMO

Efectos producidos por la corriente eléctrica. — En nuestra lección anterior hemos llegado a familiarizarnos con la corriente eléctrica en sí misma sin detenernos a considerar que su paso a través de los conductores deja una huella, produce un efecto capaz de impresionar nuestros sentidos. De aquí que podamos definir la corriente eléctrica diciendo que es algo que no podemos descubrir de un modo directo, sino por los efectos que produce, todos los cuales nos son familiares, aun cuando no nos hayamos parado a pensar el cómo y el porqué de los mismos.

De esto nos vamos a ocupar en esta lección, pasando una ojeada rápida sobre los más frecuentes.

La electricidad produce calor. — Al desplazarse los electrones en la masa de los conductores a enormes velocidades se producen choques y frotamientos entre éstos y los átomos. Como es sabido, todo choque o frotamiento produce calor y estos choques consecuencia de los obstáculos encontrados a su paso por los electrones serán tanto mayores cuanto mayor sea la dificultad u oposición ofrecida por el conductor a la propagación de los electrones.

Pero esta oposición es la característica de los conductores que se conoce con el nombre de "resistencia".

De aquí podemos deducir que cuanto más resistencia eléctrica tenga el conductor mayor será el calor producido por el paso de la corriente.

También se comprende fácilmente que si el número de electrones desplazados aumenta, aumentarán también los choques y frotamientos entre éstos y los átomos del conductor.

Consecuencia: *el calor desarrollado por el paso de la corriente depende del número de electrones desplazados, en la unidad de tiempo,* es decir, de su *intensidad* y de la *resistencia del conductor.*

Del efecto calorífico producido por la corriente eléctrica se ha sacado provecho en la fabricación de estufas, planchas y calentadores eléctricos de diversos modelos.

En su construcción se emplean hilos conductores de alta resistencia, generalmente arrollados en forma de espiras para poder utilizar una longitud de hilo de varios metros en un espacio mucho menor. Estos hilos se conocen vulgarmente con el nombre de *resistencias.*

La electricidad produce efectos luminosos. — Todos estamos familiarizados con ese destello de luz que conocemos con el nombre de chispa eléctrica. Este destello es de muy corta duración y no tiene realmente aplicación en la práctica desde el punto de vista luminoso.

Pero si tomamos un hilo resistente muy delgado pero que permita el paso de la corriente eléctrica necesaria para que su enrojecimiento normal sea más intenso llegando a adquirir el blanco brillante se producirá una luz de la que podremos servirnos para alumbrarnos en la oscuridad.

Éste es el principio fundamental de las lámparas eléctricas, en las que el filamento o conductor es de tungsteno, metal que soporta temperaturas muy elevadas sin fundirse, a cuyo resultado contribuye el hecho de estar encerrado en una ampolla de vidrio de la que se ha extraído todo el aire, es decir, se ha hecho el vacío en su interior.

Magnetismo

Desde nuestra infancia nos hemos familiarizado con los imanes. Para nosotros no eran otra cosa que una pequeña herradura de hierro que atraía alfileres, clavos pequeños u otros objetos ligeros de hierro. Esta propiedad es debida al fenómeno denominado "magnetismo".

Entrando algo más en detalles os dire-

mos que los dos extremos del imán son, por sus efectos, diferentes y para diferenciarlos se les conoce por "polo Norte" y "polo Sur".

No es posible distinguir a simple vista y en dos imanes distintos cuáles son los polos del mismo nombre o los de distinta polaridad, pero sus reacciones mutuas nos permiten distinguirlos teniendo presente que dos polos Norte o dos polos Sur, en lugar de atraerse se repelen como si sintiesen una mutua antipatía. Por el contrario, si los polos son de nombre distinto se atraerán.

Recordemos y compenetrémonos bien con este fenómeno que tan interesantes consecuencias había de tener por el gran número de sus aplicaciones.

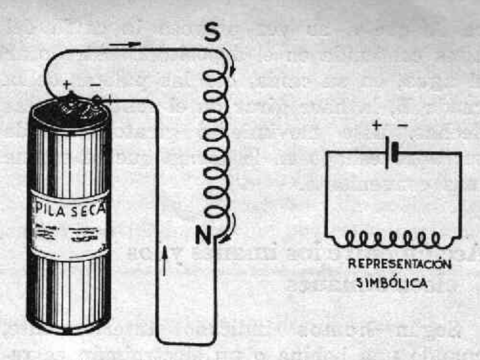


Fig. II-1. — Al circular la corriente en el sentido de las flechas, se transforma la bobina en un imán con sus dos polos N y S.

Efecto magnético de la corriente eléctrica

Se ha comprobado que si se hace pasar una corriente eléctrica por un conductor y lo arrollamos en forma de espiral formando lo que se llama una "bobina", según aparece en la fig. II-1, se produce algo que tiene las características de los imanes, con un polo Norte (N) en uno de sus extremos y un polo Sur (S) en el otro.

En realidad el magnetismo producido por esta bobina es pequeño. Para aumentarlo es preciso aumentar considerablemente la intensidad de la corriente, aumentar también el números de espiras de la bobina y situar en el interior de ésta una pieza cilíndrica de hierro, sobre la cual se arrolla la bobina.

En esta forma habremos construido un "electroimán", en el que podremos apreciar efectos magnéticos de bastante intensidad, lo que equivale a decir que cuando la corriente que circula por el mismo tiene la intensidad necesaria, será capaz de atraer una pieza de hierro (armadura) que al girar alrededor de un eje puede desarrollar un esfuerzo mecánico aprovechable mediante una transmisión adecuada.

Ejemplo de lo dicho anteriormente es el sencillo mecanismo representado en la figura II-2, en el que B es la bobina que con su núcleo de hierro N constituye un electroimán en el que circula la corriente en el sentido de las flechas.

La armadura A está ligada a un depósito basculante D que contiene una cantidad de agua. En la fig. II-2 (A) aparece el estado inicial de este conjunto.

Tan pronto como circula la corriente el núcleo del electroimán atrae a la armadu-

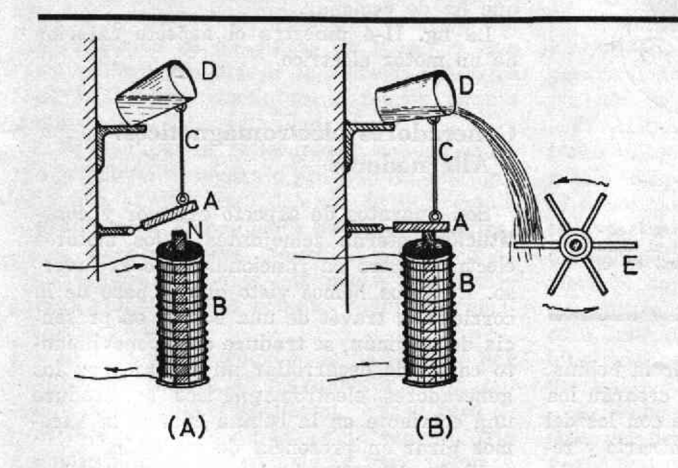


Fig. II-2. — Al girar la armadura A alrededor de su eje se vierte el agua contenida en el depósito D, que al caer produce el giro de la rueda de paletas.

ra A que a su vez provoca la caída del agua contenida en el depósito D. Al chocar el agua, en su caída, con las paletas de la rueda E, la hace girar en el sentido de las flechas. Este movimiento giratorio puede ser aprovechado en la forma que se estime más conveniente.

Acción entre los imanes y los electroimanes

Según hemos indicado anteriormente, cuando una bobina o un electroimán es recorrido por la corriente eléctrica adquiere las propiedades de un imán apareciendo un polo N en uno de sus extremos y un polo S en el otro.

Por lo tanto es evidente que pueda hacerse extensiva al caso de un imán y una bobina en presencia la reacción de atracción o repulsión entre los polos de dos imanes según sean de distinto o del mismo nombre.

Para confirmarlo podemos hacer el experimento siguiente:

Dispongamos una bobina formando un circuito eléctrico con dos pilas conectadas en serie para obtener una corriente de cierta intensidad tan pronto se cierre el interruptor I.

Si en su proximidad disponemos un imán N-S que pueda girar libremente, y hace-

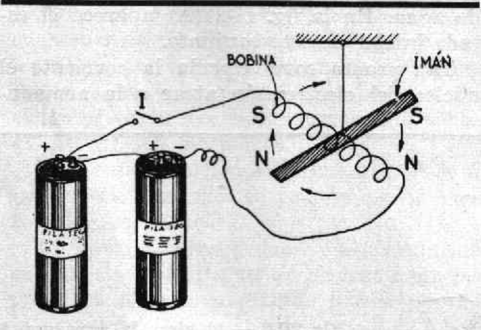


Fig. II-3. — Al cerrar el interruptor I circula la corriente por la bobina. Si el imán puede moverse libremente, lo hará en el sentido de las flechas.

mos que circule la corriente por la bobina, en los extremos de la misma se crearán los polos N y S, que al enfrentarse con los del imán atraerán al de nombre contrario y repelerán al del mismo nombre.

El polo S del imán será atraído por el N de la bobina y repelido por el S de la misma y por su parte el polo N del imán será atraído por el S de la bobina y repelido por el polo N de ésta.

El resultado será que el imán girará en el sentido de las flechas.

Motores eléctricos

La aplicación de esta experiencia ha dado lugar a la construcción de los motores eléc-

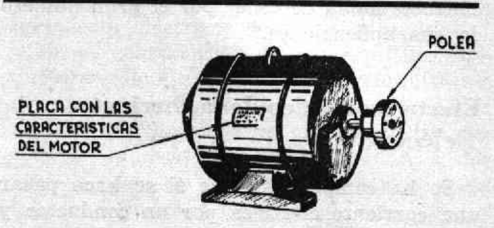


Fig. II-4. — En el eje del motor está montada la polea que sirve para transmitir el movimiento a las máquinas accionadas por el mismo.

tricos en los que la bobina única de nuestro experimento se ha convertido en una serie de bobinas y el imán en otra serie de electroimanes.

Una de estas series de elementos es fija y la otra giratoria y reciben el nombre de "estator" y "rotor", respectivamente.

El movimiento del rotor puede transmitirse mediante un juego de polea fija a su eje y una correa sin fin a las máquinas que ha de accionar.

La fig. II-4 muestra el aspecto exterior de un motor eléctrico.

Generadores electromagnéticos. Alternadores

Son aparatos de aspecto exterior y constitución interna semejantes a los motores eléctricos pero su funcionamiento es inverso. En éstos hemos visto que el paso de la corriente a través de una bobina en presencia de un imán, se traduce en un movimiento capaz de desarrollar un trabajo; en los generadores electromagnéticos se produce una corriente en la bobina cuando la hacemos girar en presencia de un imán.

El fundamento de los generadores elec-

tromagnéticos se basa en la experiencia que vamos a comentar a continuación.

Suponed que disponemos de un potente imán entre cuyos polos N y S puede girar una bobina alrededor de un eje central, en el sentido de las flechas, según se muestra en la figura II-5.

Para explicar los fenómenos de atracción de los imanes sobre otros cuerpos metálicos o sobre las bobinas recorridas por la corriente eléctrica, se admite que existen unas "líneas de fuerza" entre los polos N y S, que hemos representado por medio de líneas de puntos en la fig. II-5.

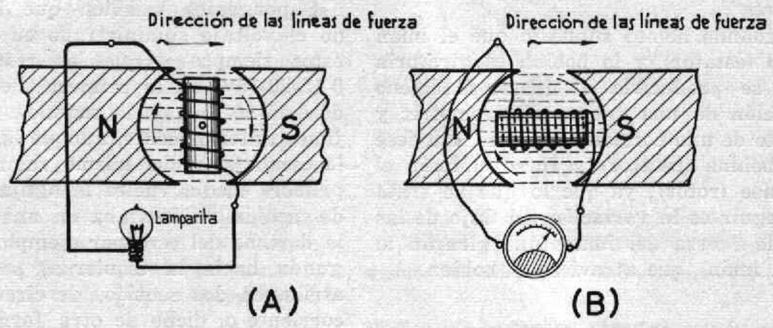


Fig. II-5. — Al girar la bobina entre los polos del imán circulará una corriente variable, siendo mínima cuando la bobina esté en posición vertical (A) y máxima cuando pase por la posición horizontal (B).

Si conectamos a los extremos de la bobina una lamparita eléctrica y hacemos girar la bobina con cierta velocidad, observaremos que se enciende la lamparita pero su brillo no es constante, sino que depende de la posición de la bobina en relación con la dirección de las líneas de fuerza y que su brillo dependerá de la velocidad de giro de la bobina, siendo tanto mayor cuanto mayor sea esta velocidad.

Si en lugar de la lamparita conectásemos a la bobina un aparato provisto de una aguja que al desviarse delante de una escala graduada a ambos lados de un cero central nos diese una idea, según la magnitud de su desviación, de la magnitud del voltaje desarrollado en la bobina, podríamos comprobar:

a) Que la desviación de la aguja, que antes de iniciar el movimiento de la bobina sería nula, coincidiendo con el cero de la escala situado en su parte central, iría aumentando progresivamente para llegar a un máximo a partir del cual disminuiría al mismo ritmo para llegar nuevamente al cero de la escala.

b) Si seguimos el movimiento de la bobina para relacionarlo con la desviación de la aguja, observaremos que la aguja alcanzará su desviación máxima cuando las líneas de fuerza atraviesan la bobina en mayor cantidad (posición horizontal) y coincidirá con el cero, lo que indica que no hay paso de corriente cuando las líneas de fuerza encuentran de canto a las espiras de la bobina y por tanto no atraviesan ninguna por el interior de las espiras de la bobina (posición vertical).

c) Comprobaremos que entre estas dos posiciones extremas, que corresponden a media vuelta en el giro de la bobina, existen otras posiciones intermedias a las que corresponden desviaciones intermedias de la aguja. Esto equivale a decir que el voltaje desarrollado en la bobina depende de su posición en cada momento.

d) Al iniciar la bobina el medio giro restante la aguja coincidirá con el cero de la escala desplazándose en sentido contrario al de su movimiento durante la media vuelta anterior de la bobina, hasta alcanzar su desviación máxima, que coincidirá con la posición horizontal de la bobina en su tercer cuarto de vuelta, para volver hacia el cero, que alcanzará cuando termine la bobina su giro completo adoptando la posición vertical.

El hecho de que la aguja se desvíe a un lado del cero en la primera media vuelta y en sentido contrario en la segunda nos

indica que la corriente circula primeramente en un sentido y después en sentido contrario.

Como las corrientes originadas por las pilas van siempre en el mismo sentido se las denomina *continuas* para distinguirlas de estas otras que, por variar de dirección en un movimiento que pudiéramos llamar de vaivén, reciben el nombre de *alternas.*

Los aparatos constituidos en la forma indicada son conocidos por el nombre de "alternadores".

Aún cuando hemos supuesto que el imán está fijo (estator) y la bobina es giratoria (rotor), se produciría el mismo fenómeno de creación de una fuerza electromotriz y por tanto de una corriente, si se mantuviese fija la bobina (estator) y fuese el imán el que girase (rotor), ya que lo que se trata de conseguir es la variación del flujo de las líneas de fuerza del imán (que girarán al girar el imán) que atraviese la bobina.

Dínamo de corriente continua

Si se desea que en el circuito alimentado por el alternador circule la corriente constantemente en una sola dirección (corriente continua), será necesario invertir el sentido de la conexión entre el alternador y el circuito exterior cada vez que la corriente cambie de sentido.

Para ello es necesario intercalar un mecanismo sencillo de conmutación que consiste en unas láminas de cobre (delgas) embutidas en un cilindro aislante calado sobre el eje de la dínamo llamado colector, sobre el que se apoyan unas pequeñas piezas de contacto, que pueden ser de cobre o carbón, denominadas "escobillas", conectadas en permanencia al circuito exterior.

La bobina giratoria, o bobinas, pues en la práctica suelen ser varias, tienen los extremos de sus devanados soldados a las delgas del colector que es giratorio por ser solidario del eje de la dínamo.

Corrientes alternas. Su representación gráfica

Según hemos visto en la parte dedicada a los alternadores, la corriente que recorre el circuito exterior o lo que es igual, la diferencia de potencial entre los terminales del generador, varía constantemente y en forma periódica, no solamente en su valor, sino también en su dirección. Es costumbre representar estas variaciones en forma gráfica (fig. II-6) según se indica a continuación.

Para ello se traza una línea horizontal X-X (que recibe el nombre de eje de las X o eje de abscisas) y se divide en partes iguales que representan tiempos iguales. En este caso supondremos que representan el tiempo que emplea la bobina giratoria en dar una vuelta alrededor de su eje.

Supongamos también que hemos medido el voltaje suministrado en cada uno de estos tiempos y que los resultados sean 0-15-20-15-0 en la primera media vuelta y de 0-15-20-15-0 en la segunda. Como ya dijimos anteriormente, aunque las lecturas en la escala sean del mismo valor, durante la primera media vuelta la aguja del aparato de medida se desviaba en una dirección, a la derecha del cero por ejemplo, y en la segunda hacia la izquierda, por lo que se atribuyen dos sentidos de circulación de la corriente o, dicho de otra forma, dos polaridades: positiva (+) y negativa (—).

Esta circunstancia se tiene en cuenta en la representación gráfica que estamos considerando.

Ahora, en cada uno de los puntos de división 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10 del eje XX tracemos rectas perpendiculares de una longitud proporcional a los voltajes correspondientes, para lo cual, si trazamos una recta de 15 mm. de longitud para representar el voltaje de 15 voltios, la que representa 20 voltios deberá tener una longitud de 20 mm. y cuando no se mida ningún voltaje, es decir, cuando la lectura coincide con el cero de la escala, la recta tendría una longitud nula, lo que es tanto como decir que el punto correspondiente al voltaje estaría situado en el eje XX.

Cuando los voltajes sean positivos se acostumbra a trazar las rectas 1a-2b-3c hacia arriba, o sea hacia la parte superior del eje y cuando sean negativos, hacia abajo.

Uniendo por medio de un trazo los puntos 0-1-b-c-d-e-f-g-h-etc., obtenemos una curva denominada "sinusoide" que representa la variación del voltaje o de la intensidad de la corriente suministrada por una máquina magnetoeléctrica o alternador.

Definiciones

En relación con la representación gráfica mostrada en la fig. II-6 existen diferentes

elementos que se manejan con muchísima frecuencia en cuanto se refiere a la radio, por lo que es necesario que estemos muy familiarizados con los mismos.

Por ello vamos a definirlos seguidamente en forma que no haya ninguna duda sobre su significación.

PERÍODO. — Es el tiempo necesario para que el voltaje o la intensidad de la corriente alterna adquiera todos sus valores. En el caso de nuestro ejemplo, ese tiempo es el que emplea la bobina en dar una vuelta completa.

Cada una de las dos partes de la curva (sinusoide), positiva y negativa, se denomina semiciclo y para distinguirlo se conoce como "semiciclo positivo" (alternancia positiva) que es el que corresponde a valores positivos de la corriente, representado por el semiperíodo 0-a-b-c-d y "semiciclo negativo" (alternancia negativa), al que corresponde a valores negativos de la misma y que está representado por el semiperíodo d-e-f-g-h.

FRECUENCIA. — Es el número de períodos que se completan en la unidad de tiempo, que es un segundo.

Por ejemplo: Si la bobina da 50 vueltas por segundo, se repetirán 50 veces los valores positivos y negativos de un período y por tanto la frecuencia de la corriente alterna será de 50 y el período será 50 veces menor que un segundo, o sea, 1/50 segundos = 0,02 segundos.

AMPLITUD. — El valor que en cada momento tiene el voltaje o la intensidad de la corriente, que, como hemos visto, varía de forma continua, recibe el nombre de amplitud.

Valor máximo y valor eficaz

Debemos darnos perfecta cuenta de que existe una diferencia notable entre el significado de los valores instantáneos de la corriente entre los que se encuentran el valor "máximo" positivo (representado por la recta 2-b) y el valor "máximo" negativo (representado por la recta 6-f), y el valor "eficaz", que es el valor que debería tener la corriente de valor constante para producir los mismos efectos que la corriente alterna.

Un ejemplo sencillo nos ayudará a comprender esta definición. Supongamos que un obrero debe hacer una zanja para introducir una tubería de agua a lo largo de una calle y que este obrero durante la primera hora de su trabajo hace 10 metros de zanja; en la segunda hora, 8 metros; en la tercera, 6 metros, y en la cuarta hora, solamente 4 metros. La disminución de su trabajo por hora se debe a su cansancio

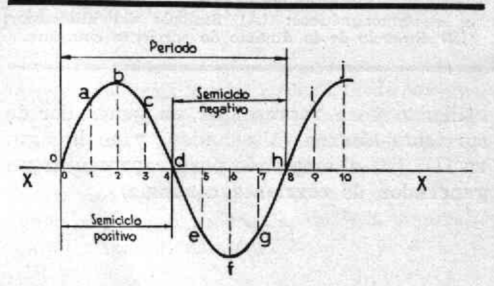


Fig. II-6. — La representación gráfica de una corriente alterna se denomina sinusoide.

progresivo a medida que transcurre el tiempo de su jornada.

La longitud de la zanja cavada por el obrero en las cuatro horas de trabajo será de $10 + 8 + 6 + 4 = 28$ metros. Esta longitud representa el trabajo total.

Es evidente que si otro obrero no siente los efectos del cansancio y mantuviese sin variación el ritmo de su trabajo durante las cuatro horas, bastaría con que hiciese $28/4 = 7$ metros de zanja cada una de las cuatro horas para haber llegado a los mismos 28 metros al final de su trabajo.

Pues bien, estos 7 metros de zanja representarán el trabajo "eficaz".

En el caso de una corriente alterna el valor eficaz del voltaje o de la corriente se obtiene dividiendo el valor máximo por 1,41.

Aplicada esta regla al caso de la figura II-6 tendremos:

Valor eficaz

$$= \frac{\text{Valor máximo (20)}}{1{,}41} = 14{,}1$$

(voltios o amperios)

Representación simbólica de los generadores electromagnéticos

Con objeto de que conozcáis y podáis distinguir fácilmente los símbolos que representan los generadores electromagnéticos hemos representado en la fig. II-7 (A) el

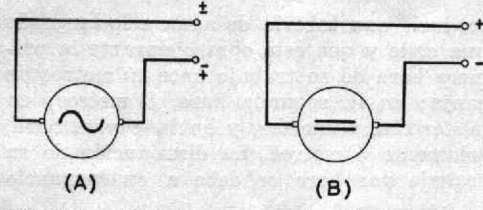


Fig. II-7. — Símbolos representativos de los generadores electromagnéticos: (A) Símbolo del alternador; (B) Símbolo de la dinamo de corriente continua.

utilizado para representar un generador de corriente alterna (alternador) y en la figura II-7 (B) el empleado para representar un generador de corriente continua.

Fijaos bien en que en el caso del alternador las polaridades de los terminales de conexión son positivos unas veces y negativos otras, ya que la corriente alterna circula en un sentido durante el ciclo positivo o semiperíodo positivo y en sentido contrario durante el ciclo negativo o semiperíodo negativo.

En cambio, en el caso de los generadores de corriente continua, gracias al sistema formado por el colector y escobillas que cambia en cada semiperíodo la conexión del circuito exterior, la corriente circula por éste en el mismo sentido constantemente. Por esta razón se considera fija la polaridad + o — de los terminales de conexión.

LECCION III

RESISTENCIAS Y CONDENSADORES

Vamos a dedicar nuestra atención al estudio de los elementos que, con las lámparas electrónicas, constituyen la anatomía de los receptores de radio. Estos elementos son los condensadores, las resistencias y las bobinas. Reservamos el estudio de estas últimas para la próxima lección, por no acumular excesivas ideas en ésta.

Inducción electrostática

Sabemos que las cargas eléctricas del mismo nombre se rechazan y las de nombre contrario se atraen.

Si tomamos dos esferas metálicas, tales como las representadas en la fig. III-1, y las enfrentamos a pequeña distancia, y por un medio adecuado, una batería por ejemplo, cargamos una de ellas positivamente, sus cargas positivas atraerán las cargas negativas de la otra que suponemos en estado neutro.

La influencia de la primera esfera sobre la segunda obedece al fenómeno conocido con el nombre de inducción electrostática. Esta inducción es tanto mayor cuanto mayor sea el diámetro de las esferas y menor la distancia que las separa.

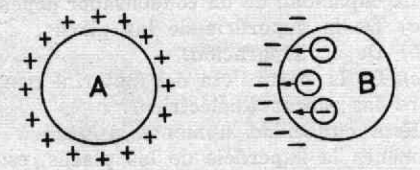


Fig. III-1. — La acción ejercida por la esfera A sobre la B se debe al fenómeno conocido por "inducción electrostática".

Observemos que las cargas eléctricas se acumulan en la superficie de la esfera, formando algo similar a la condensación del vapor de agua en la superficie de los cuerpos fríos por lo que no es de extrañar que se diga que existe condensación de las cargas eléctricas.

De aquí el nombre de "condensador" aplicado a las dos esferas metálicas separadas por un medio aislante.

Condensadores

Suponed que tomamos dos placas metálicas A y B y las separamos por medio de un "dieléctrico", que es un material altamente resistente al paso de la corriente eléctrica (aire seco, cristal, mica, aceite, etcétera) (fig. III-2).

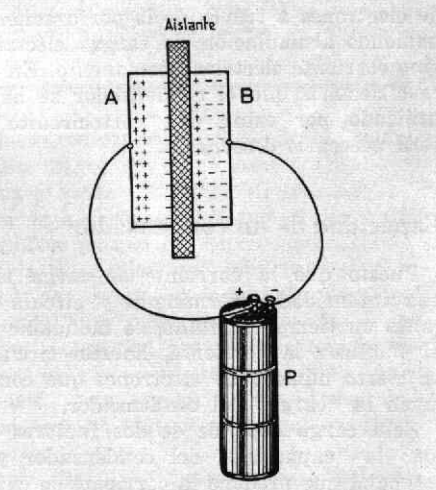


Fig. III-2. — Condensador cargado por la pila P.

Conectemos la placa A al polo positivo de una pila P y la placa B al polo negativo. En la primera se acumularán cargas positivas que rechazarán a los electrones exis-

tentes en sus átomos hacia la placa B y por el contrario en ésta se acumulará un exceso de cargas negativas que tendrá como consecuencia la acumulación de cargas positivas que tenderán a neutralizar las cargas negativas de A. Como hemos supuesto que estas placas están separadas por un material que no permite (hasta cierto límite) el paso de los electrones de A a B, las cargas + y — quedarán "condensadas" en ambas caras de la placa de material aislante. Este desplazamiento de electrones y, por tanto, la corriente de carga del condensador, tienen una determinada duración, ya que los electrones quedan detenidos por el dieléctrico. Por esta razón y esto es muy interesante tenerlo siempre presente, se dice que *la corriente continua no puede pasar a trävés de los condensadores.* Entre las placas A y B del condensador existe una diferencia de potencial igual a la de la pila P, es decir, 1,5 V.

Si el voltaje fuese mucho mayor para ser capaz de vencer la resistencia del dieléctrico saltará una chispa que lo perforará y en este caso se produciría el desplazamiento de electrones a través de la perforación, no habiendo acumulación de cargas eléctricas, sino corriente eléctrica permanente. En este caso decimos que el condensador se ha inutilizado por estar en "cortocircuito", y será necesario desecharlo.

Capacidad de un condensador

Puesto que la corriente de carga tiene una intensidad determinada y circula durante un tiempo limitado, es indudable que al finalizar la corriente, habrán circulado un cierto número de electrones que constituyen la "carga" del condensador.

Esta carga depende de dos factores que son: la "capacidad" del condensador y el potencial que produce la corriente de carga.

Estos tres factores están relacionados entre sí por la fórmula siguiente:

$$Q = C \times V$$

(Carga) (Capacidad) (Potencial)

o también (Capacidad)

$$C = \frac{Q \text{ (carga)}}{V \text{ (potencial)}}$$

lo que equivale a decir que la capacidad de un condensador es igual a la carga almacenada en el mismo, dividida por el voltaje del generador conectado a las placas del condensador.

El valor de la carga será el resultado de multiplicar la intensidad media de la corriente por el tiempo que ha circulado.

Esto no es difícil de comprender si comparamos los términos "carga" e "intensidad media" con sus equivalentes en el caso de una corriente de agua cuyo valor vaya disminuyendo hasta llenar un depósito.

Si la corriente pasa de un valor máximo hasta cesar totalmente al cabo de un tiempo de t segundos, la cantidad de agua vertida en el depósito será la misma que si el valor de la corriente de agua (que es el número de litros vertidos por segundo), tuviese un valor "medio" constante durante el tiempo t.

Si este valor medio fuese de 5 litros por segundo y se hubiese tardado diez minutos en llenar totalmente el depósito, la cantidad de agua vertida será igual al resultado de multiplicar el valor medio de la corriente de agua (5 litros) por el número de segundos que ha tardado en llenarse el depósito (600 segundos, que son los que tienen los 10 minutos). Carga del depósito: $5 \times 600 = 3.000$ litros.

La unidad de capacidad es la de un condensador al que aplicado un voltaje de un voltio, almacene una carga igual a la unidad que se denomina "culombio".

Esta unidad de capacidad es el "faradio". Es excesivamente grande para medir la capacidad de condensadores usuales en la radio, por lo que se emplea corrientemente una unidad que es un millón de veces menor y recibe el nombre de "microfaradio" cuyo símbolo es µF. Es también frecuente en radio el empleo de una unidad un millón de veces menor que el microfaradio, que se denomina "picofaradio" y su símbolo es pF.

La capacidad de un condensador depende:

a) De la superficie de las placas.

b) De su separación.

c) De la naturaleza del material que separa las placas (dieléctrico).

Esta capacidad aumenta a medida que aumenta la superficie de las placas, es decir, es proporcional a esta superficie. Disminuye a medida que aumenta el espesor del dieléctrico interpuesto entre las placas y aumenta a medida que disminuye el espesor del mismo, es decir, es inversamente proporcional al espesor del dieléctrico y depende también de la naturaleza del dieléctrico.

El dieléctrico que menos influye en la capacidad de un condensador es el aire. A igualdad de espesor, la mica hace cuádruple que el aire la capacidad de un condensador.

Por consiguiente: ¿Qué procedimientos emplearemos para obtener condensadores de gran capacidad?

Por una parte aumentar la superficie de las placas y por otra disminuir el espesor del dieléctrico.

Claro es que estas dos condiciones tienen un límite: la primera por el espacio disponible en los montajes de radio y la segunda por las posibilidades de fabricación.

No obstante, podemos obtener una gran superficie utilizando una serie de placas unidas eléctricamente en lugar de una sola. La superficie total será el producto de multiplicar la superficie de una placa por el número de éstas.

Diferentes tipos de condensadores

En los montajes de radio suelen emplearse condensadores con gran profusión, pero las partes de los circuitos con que han de montarse no tienen las mismas características, por lo que se han construido diferentes tipos de condensadores que en cada caso cumplen las condiciones requeridas sin que su tamaño exceda del normalmente disponible en esta clase de montajes.

Condensadores de pequeña capacidad

CONDENSADORES DE MICA. — Su tamaño es reducido, de unos 2 × 3 cm. Su aspecto exterior es el mostrado en la fig. III-3 (A), y sus armaduras están formadas por varias plaquitas metálicas unidas entre sí, separadas por láminas de mica muy finas, según se muestra en la fig. III-3 (B).

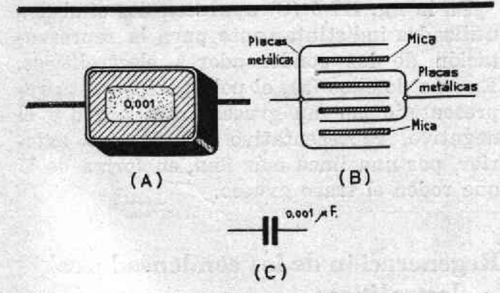


Fig. III-3. — Condensador con aislante de mica, de 0,001 μF: (A) Aspecto exterior; (B) Constitución interna; (C) Símbolo del condensador fijo.

El símbolo utilizado para representar el condensador es el representado en (C).

Su capacidad varía entre 50 pF y 0,01 μF.

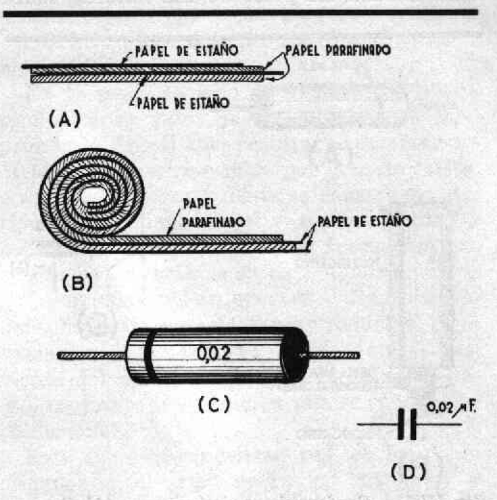


Fig. III-4. — Condensador cilíndrico de papel: (A) (B) Primera y segunda fase de su fabricación: (C) Aspecto del condensador; (D) Símbolo.

CONDENSADORES DE PAPEL. — Su capacidad suele ser mayor que la de los condensadores de mica y varía entre 0,01 μF y 1 μF.

Para su construcción se toman dos hojas de papel de estaño de dimensiones adecuadas a la capacidad del condensador y se separan por medio de una hoja de papel parafinado algo más ancho que las hojas de papel de estaño, para evitar que se establezca ningún contacto entre ellas, pues de ocurrir esto quedarían las armaduras del condensador en cortocircuito, quedando inservible.

La fig. III-4 (A) muestra esta primera fase de la construcción del condensador.

A continuación se arrolla el conjunto para formar un cilindro, en la forma indicada en la fig. III-4 (B).

En (C) se muestra el aspecto exterior de un condensador de papel, que en general adopta la forma de un pequeño cilindro, al exterior del cual y por sus bases salen dos trocitos de hilo de conexión que comunican eléctricamente con las dos tiras de papel de estaño que constituyen las armaduras del condensador.

El símbolo de esta clase de condensadores, mostrado en (D) es el mismo que el de los condensadores de mica.

CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS. — Si sumergimos dos placas de aluminio en una disolución de una sal amónica y conectamos a las mismas los polos de una batería, sobre la placa conectada al polo + se deposita una delgada capa de óxido de aluminio recubierta por una película gaseosa altamente aislante.

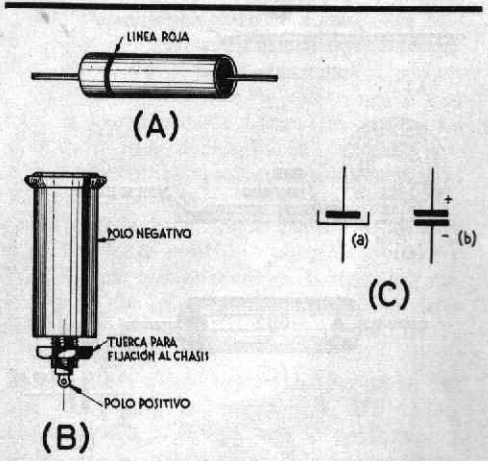


Fig. III-5. — Condensadores electrolíticos: (A) Condensador "húmedo" (seco); (B) Condensador líquido; (C) Símbolos (equivalentes) representativos de los condensadores electrolíticos.

El conjunto de las dos placas y la película aislante (dieléctrico) constituye un condensador electrolítico.

Como las placas pueden tener una gran superficie, ya que se pueden arrollar como las de los condensadores de papel y el espesor del dieléctrico es pequeñísimo, la capacidad de estos condensadores es muy grande, variando entre 8 y 100 μF.

En lo que se refiere a su conexión con el circuito exterior, estos condensadores tienen dos polos, uno + y otro —, que debemos respetar rigurosamente, conectando el terminal + al punto más positivo del circuito al que se asocia el condensador y el terminal — al más negativo.

De no hacerlo así se destruye la capa gaseosa que constituye el dialéctrico inutilizándose el condensador, por quedar falto de aislamiento.

Los condensadores, al igual que las pilas, pueden ser de dos tipos, de "líquido inmovilizado" impropiamente denominados "secos" y "líquidos".

Los primeros, cuyo aspecto exterior nos ofrece la fig. III-5 (A), tienen gran semejanza con los condensadores de papel, pero en los electrolíticos, el aislante de papel parafinado se ha sustituido por una cinta empapada con la disolución amónica.

Como hemos indicado anteriormente, es necesario respetar la polaridad de los condensadores electrolíticos y para identificar sus polos, en el extremo que corresponde al polo positivo de los mismos llevan una raya roja.

Los condensadores líquidos se diferencian de los anteriores en que su envolvente exterior es un cilindro metálico que sirve de recipiente para contener la disolución química. Este cilindro actúa como polo negativo. El terminal positivo, conectado a la otra armadura del condensador, está situado en el centro de la parte inferior.

Debemos recordar siempre, además de la polaridad de estos condensadores con objeto de no equivocar sus conexiones, que han de montarse en posición vertical con objeto de que el líquido cubra constante y totalmente el polo positivo. Los demás tipos de condensadores pueden instalarse en la posición más conveniente en cada caso.

El aspecto exterior de esta clase de condensadores es el que aparece en la figura III-5 (B).

Para su montaje sobre un chasis metálico debe establecerse un contacto eléctrico perfecto entre éste y el cilindro metálico (polo negativo) a cuyo propósito contribuye eficazmente la presión ejercida por la tuerca que queda en la parte inferior del chasis. Para ello, la rosca sobre la que está montada la tuerca atraviesa el chasis por un orificio practicado en el mismo.

En la fig. III-5 (C) aparecen dos símbolos utilizados indistintamente para la representación de los condensadores electrolíticos. En uno de ellos (a), el polo positivo está representado por un grueso trazo negro y el negativo, representativo del cilindro exterior, por una línea más fina, en forma de U que rodea el trazo grueso.

Regeneración de los condensadores electrolíticos

Los condensadores electrolíticos "líquidos" (solamente éstos y no los "húmedos") que

hayan quedado inutilizados, bien por inversión de polaridad o por aplicación de un voltaje superior al que puede soportar en buenas condiciones de funcionamiento, pueden regenerarse o repararse, aplicándoles, con las polaridades debidas, un voltaje inferior durante varias horas.

Debemos aclarar el concepto de voltaje de "prueba" y de "trabajo" que constituyen características interesantes de los condensadores electrolíticos.

Para evitar la perforación de la capa gaseosa (dieléctrico) no se debe sobrepasar el voltaje denominado *de trabajo* que viene marcado en la parte exterior de los condensadores. Pero siendo necesario disponer de un margen de seguridad que nos mantenga a cierta distancia del voltaje peligroso, se construyen los condensadores en forma que puedan soportar sin averiarse, durante unos minutos, un voltaje doble o triple del voltaje de trabajo. Este voltaje se denomina voltaje de "prueba".

CONDENSADORES VARIABLES. — Los condensadores de que nos hemos ocupado hasta este momento tienen una capacidad constante, en tanto no sufran alguna avería, y en el caso de los condensadores electrolíticos, vaya desapareciendo el líquido por envejecimiento o por la acción del calor.

Pero, como veremos en el momento oportuno, hay algunas partes de los receptores, denominadas circuitos sintonizados, en que los condensadores fijos son sustituidos por condensadores variables.

¿Cómo podemos variar la capacidad de un condensador? Sencillamente variando alguna de estas tres características:

a) Superficie de las placas que constituyen sus armaduras.

b) Espesor del dieléctrico o lo que es lo mismo, separación de las placas.

c) Naturaleza del material que constituye el dieléctrico.

En la práctica sólo se utilizan los procedimientos *a*) y *b*), pues fácilmente se comprende lo difícil que resultaría cambiar un dieléctrico de aire o mica por otro de cristal o aceite. Por consiguiente se construyen dos tipos de condensadores variables según la capacidad de los mismos y la frecuencia con que haya de variarse su capacidad.

CONDENSADORES AJUSTABLES. — Son los condensadores de capacidad muy reducida, cuya variación solamente se realiza en el momento del ajuste inicial del receptor de radio, mediante la operación que se conoce por calibración.

Esta clase de condensadores son los denominados en el argot de radio, "trimmer" y "padder".

Su construcción es similar. Refiriéndonos a los primeros, que son los representados en la fig. III-6 (A), están formados por dos pequeñas láminas metálicas separadas por una lámina de mica. La placa superior puede aproximarse o alejarse de la superior, mediante un tornillo de ajuste.

En (B) se muestra el símbolo correspondiente a los condensadores ajustables.

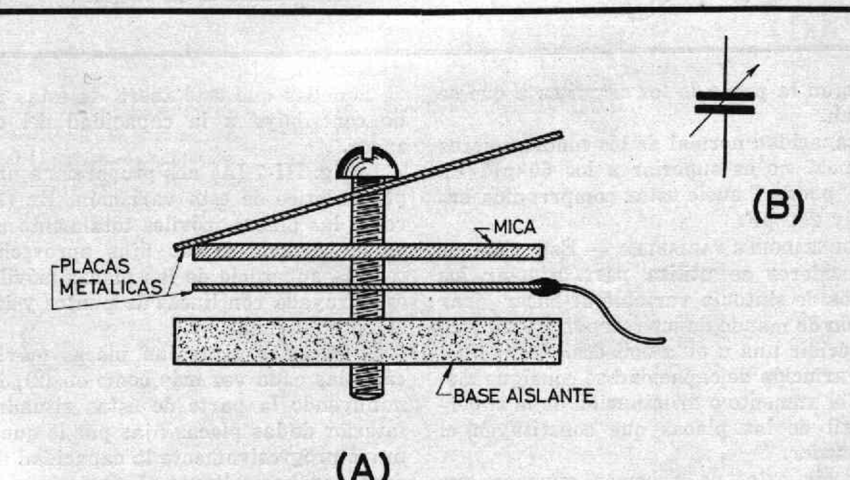


Fig. III-6. — Condensador ajustable (A) y símbolo (B).

Los segundos se diferencian de los descritos, únicamente en que tienen mayor número de placas y por tanto, mayor capacidad y su símbolo representativo es el mismo diferenciándose por la función que desempeñan según la parte de los circuitos a que se conectan.

La capacidad normal de los condensadores "trimmer" no es superior a los 50 pF. La de los "padder" suele estar comprendida entre 50 y 250 pF.

CONDENSADORES VARIABLES. — Esta clase de condensadores se utiliza para ajustar los circuitos de sintonía variable al hacer girar un botón de mando de los receptores de radio para recibir una u otra emisora.

Su variación de capacidad se consigue mediante el aumento o disminución de la superficie útil de las placas que constituyen el condensador.

Al decir esto, no debemos suponer que hayan de cortarse las placas para variar su superficie en cada caso de ajuste o sintonía del receptor, pues esto resultaría impracticable.

Se consigue el mismo fin variando la superficie de las placas móviles que está intercalada entre las placas fijas ya que la parte de aquellas que esté fuera de estas últimas no contribuye a la capacidad del condensador.

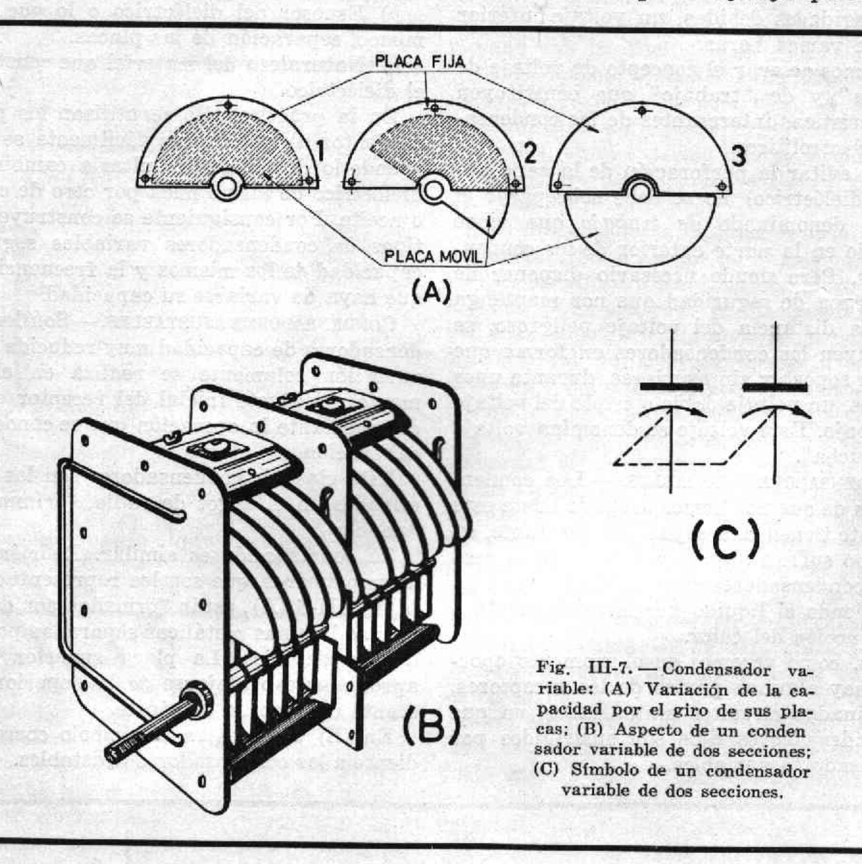


Fig. III-7. — Condensador variable: (A) Variación de la capacidad por el giro de sus placas; (B) Aspecto de un condensador variable de dos secciones; (C) Símbolo de un condensador variable de dos secciones.

La fig. III-7 (A) nos proporciona un ejemplo práctico de esta variación. En (1) aparecen las placas móviles totalmente metidas en el interior de las fijas aprovechándose toda la superficie de las placas móviles, que es la rayada con líneas de puntos y la capacidad es máxima.

Si hacemos girar las placas móviles sacándolas cada vez más como en (2), irá disminuyendo la parte de éstas situada en el interior de las placas fijas por lo que disminuirá progresivamente la capacidad del condensador, hasta llegar al momento representado en (3) en que la capacidad es nula. Entre la capacidad máxima (1) y la mínima (3)

puede existir un gran número de posiciones de las placas móviles que proporcionan una variación continua y progresiva de la capacidad del condensador variable.

En la fig. III-7 (B) aparece el aspecto de un condensador variable de dos secciones, cuya capacidad varía simultáneamente por obedecer al giro de un eje único.

Como veremos más adelante, los condensadores variables pueden estar constituidos por dos o tres secciones o unidades cuyas placas móviles giran simultáneamente como consecuencia del giro de un botón de mando común para todas. En este caso se dice que los condensadores variables están montados en "tandem".

Estos condensadores están formados por un cierto número de placas metálicas fijas, separadas entre sí a una distancia invariable, entre las que van intercaladas las placas móviles, solidarias de un eje, que al girar determinan el giro de las mismas.

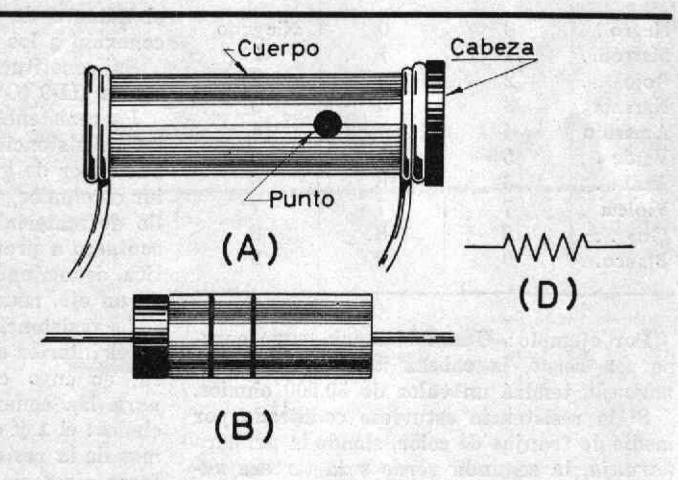
El símbolo representativo de dos condensadores variables en tandem es el de la figura III-7 (C). La línea quebrada de puntos que une los centros de las placas móviles, representadas por una línea curva terminada en una flecha, quiere indicar que ambos condensadores están accionados por un mando único.

Resistencias

Lo mismo que los condensadores, se utilizan en radio dos tipos de resistencias, las fijas y las variables. Su constitución varía según el valor de estas resistencias y la intensidad de la corriente que las ha de atravesar.

Las resistencias fijas pueden ser de carbón (grandes resistencias) o de hilo (pequeñas resistencias) y su aspecto exterior es el mostrado en la fig. III-8.

En (A) se representa una resistencia "de carbón", denominada así por estar construida con una pasta aislante mezclada en mayor o menor proporción con polvo de carbón o grafito. Cuanto menos polvo contenga mayor será su resistencia. Su forma es un



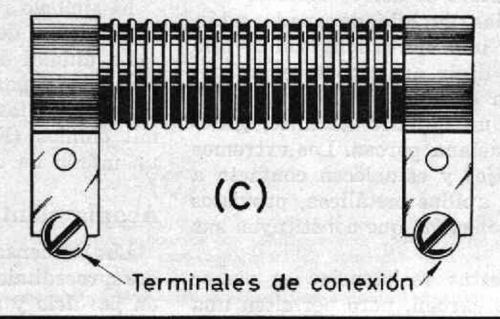


Fig. III-8. — Resistencias fijas: (A) Resistencia de carbón normal; (B) Resistencia miniatura; (C) Resistencia de hilo; (D) Símbolo de las resistencias fijas.

cilindro terminado en dos cabezas y unos hilos de conexión.

Su tamaño es tanto mayor cuanto mayor sea el calor desarrollado por el paso de la corriente, con objeto de que pueda radiarlo en el aire con mayor facilidad. El calor radiado o disipado es proporcional al valor de la resistencia y al cuadrado de la intensidad (que es el resultado de multiplicar el número que representa la intensidad en amperios, por el mismo número).

La cantidad de calor es proporcional a la "potencia disipada" en forma de calor. Esta potencia se mide en "vatios" y por eso se dice que una resistencia es de 1/4 de vatio, 1/2 vatio, 1 vatio, etc., según la potencia que puede disipar en forma de calor sin que se averíe.

En el exterior van marcados los valores de las resistencias en ohmios, por medio de colores de acuerdo con el código siguiente:

Color	Cuerpo o primera franja Primera cifra	Cabeza o segunda franja Segunda cifra	Punto o tercera franja Número de ceros
Negro . .	0	0	Ninguno
Marrón .	1	1	1
Rojo . . .	2	2	2
Naranja .	3	3	3
Amarillo	4	4	4
Verde . .	5	5	5
Azul . . .	6	6	6
Violeta .	7	7	7
Gris . . .	8	8	8
Blanco. .	9	9	9

Por ejemplo: Una resistencia cuyo cuerpo sea *verde*, la cabeza *negra* y el punto *naranja*, tendrá un valor de 50.000 ohmios.

Si la resistencia estuviese codificada por medio de franjas de color, siendo la primera *naranja*, la segunda *verde* y la tercera *naranja*, su valor sería de 35.000 ohmios.

Las resistencias de hilo devanado están constituidas por una cierta longitud de hilo "resistente", es decir que puede tener bastante resistencia en una pequeña longitud, devanado sobre un cilindro aislante, generalmente de porcelana porosa. Los extremos del hilo están fijos y establecen contacto a presión con dos anillas metálicas, provistos de tornillos de conexión, que constituyen sus terminales.

El valor de estas resistencias es menor que el de las de carbón, pero permiten una disipación mucho mayor. En la fig. III-8 (C) se muestra el aspecto de una resistencia de hilo devanado.

El símbolo de las resistencias fijas es el que aparece en la fig. III-8 (D).

Resistencias variables. — En general, son similares a las resistencias fijas de hilo devanado, pero en lugar de tener sus dos anillos de contacto fijos, uno de ellos puede deslizarse a presión a lo largo del arrollamiento del hilo resistente, es decir, que se puede variar la resistencia útil entre cero ohmios, si los anillos están en contacto y la resistencia total del hilo.

Su aspecto exterior que aparece en la figura III-9 (A) nos muestra una posición del contacto variable. La resistencia útil es la que corresponde a la parte del arrollamiento comprendido entre los contactos 1 y 2. Su símbolo representativo es el de la figura III-9 (B).

Potenciómetros

Constituyen una modalidad de las resistencias variables distinguiéndose de éstas en el número de sus terminales y forma de conexión a los circuitos asociados.

Su constitución es la que aparece en la figura III-9 (C).

La resistencia, al igual que en el caso de las resistencias descritas anteriormente, puede ser de grafito o de hilo, según su valor en ohmios, y está dispuesta sobre un anillo de material aislante, sobre el que hace contacto a presión una pieza metálica, elástica, denominada "cursor" que gira solidaria de un eje, manejado a mano.

La resistencia y el cursor están contenidos en el interior de una caja redonda protectora, en cuyo exterior hay tres terminales para las conexiones con los circuitos asociados: el 1 y el 3 corresponden a los extremos de la resistencia y el 2 al cursor o contacto giratorio.

El símbolo representativo de los potenciómetros es el de la fig. III-9 (D).

La unidad de resistencia es el ohmio representado por la letra griega omega (Ω). Se utilizan los múltiplos kilohmios igual a mil ohmios (KΩ) y el megohmio, igual a un millón de ohmios (MΩ).

Acoplamiento de condensadores

Los condensadores pueden asociarse según dos procedimientos, denominados asociación en *paralelo* y asociación en *serie*.

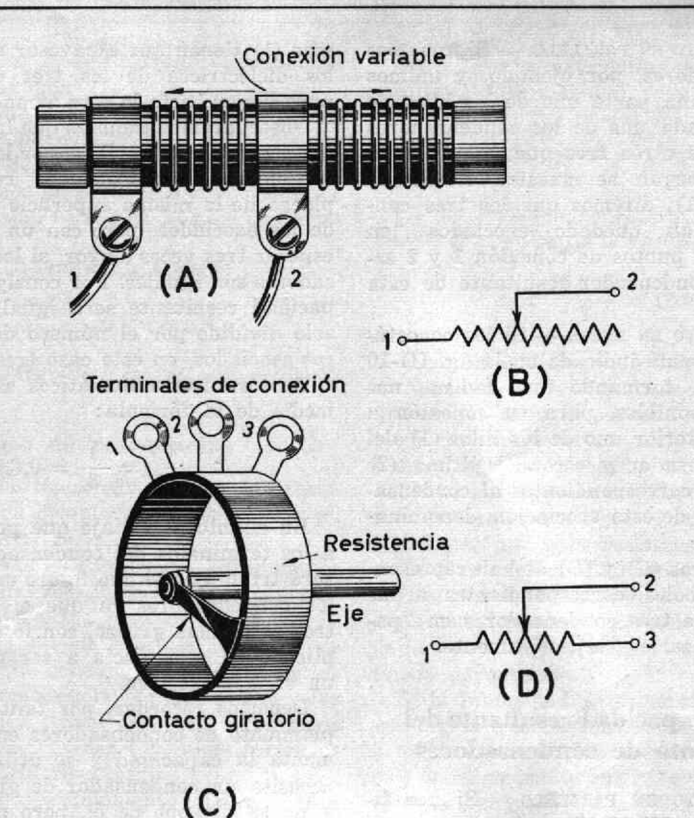


Fig. III-9. — Resistencias variables: (A) Resistencia de anillo corredizo; (B) Símbolo de las resistencias variables; (C) Potenciómetro; (D) Símbolo de los potenciómetros.

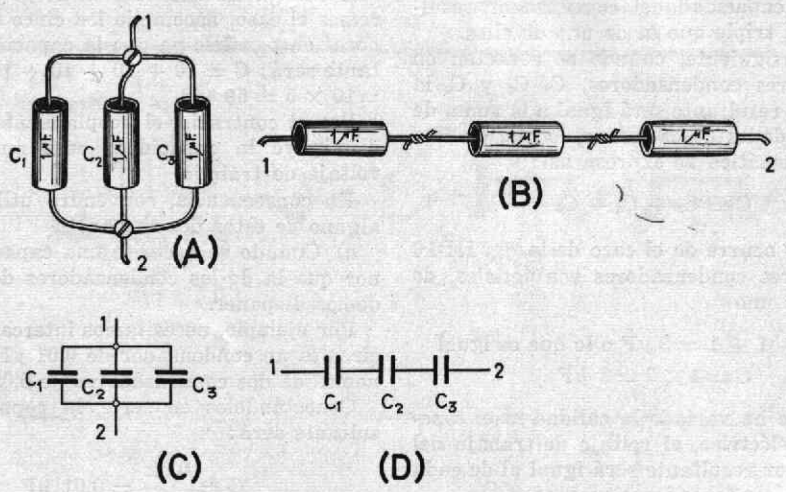


Fig. III-10. — Acoplamiento de condensadores: (A) Asociación en paralelo; (B) Asociación en serie; (C) Símbolo representativo de los condensadores asociados en paralelo; (D) Símbolo representativo de tres condensadores asociados en serie.

ACOPLAMIENTO EN PARALELO. — Si tomamos tres condensadores, por ejemplo, y unimos entre sí por una parte uno de los hilos de conexión de cada uno de los condensadores y por otra los otros tres que habrán quedado libres, según se muestra en la figura III-10 (A), diremos que los tres condensadores han quedado asociados "en paralelo". Los puntos de conexión 1 y 2 serán los del condensador resultante de esta asociación.

ACOPLAMIENTO EN SERIE. — Si los conectásemos en la forma indicada en la fig. III-10 (B), es decir, formando una cadena, nos quedarán disponibles, para su conexión a un circuito exterior uno de los hilos (1) del primer condensador y otro del último (2) que serán los correspondientes al condensador resultante de esta asociación, denominada "en serie".

En las figuras (C) y (D) se han representado los símbolos correspondientes a las asociaciones de tres condensadores en "paralelo" y en "serie" respectivamente.

Valor de la capacidad resultante del acoplamiento de condensadores

ACOPLAMIENTO EN PARALELO. — Si nos fijamos en la fig. III-10 (C) podemos ver que, si las placas son iguales, el resultado de unir tres placas equivale a triplicar su superficie y como el espesor del dieléctrico no ha variado, la capacidad del condensador resultante será triple que la de uno de ellos.

Por consiguiente, cuando se conecten en paralelo tres condensadores, C_1 C_2 y C_3 la capacidad resultante será igual a la suma de las capacidades de cada uno, lo que en fórmula matemática se expresa así:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Si como ocurre en el caso de la fig. III-10 (A) los tres condensadores son iguales, de 1 μF cada uno

$$C = 1 + 1 + 1 = 3 \ \mu F \text{ o lo que es igual}$$
$$C = 1 \times 3 = 3 \ \mu F$$

Como no ha variado la calidad ni el espesor del dieléctrico, el voltaje de trabajo del condensador resultante será igual al de cada uno de los condensadores acoplados.

ACOPLAMIENTO EN SERIE. — Observemos en la fig. III-10 (D) que las cargas eléctricas aplicadas en una de las armaduras extremas (1) tienen que atravesar sucesivamente los dieléctricos de los tres condensadores para llegar hasta la otra armadura libre (2).

Observaremos también que la superficie de las placas no ha variado, por lo que debemos considerar el condensador resultante con placas de la misma superficie que cada uno de los asociados, pero con un dieléctrico de espesor tres veces mayor, si los tres condensadores son iguales. Por consiguiente, la capacidad resultante será igual a la de uno solo dividido por el número de condensadores asociados, en este caso tres.

En términos matemáticos se expresa por medio de la fórmula:

$$C = \frac{C_1}{3} = \frac{1}{3} = 0{,}33 \ \mu F.$$

En cuanto al voltaje que puede aplicarse a los terminales del condensador resultante será triple que el que figure en cada uno de los condensadores ya que el dieléctrico es tres veces más grueso, con lo que se ha triplicado su resistencia a ser perforado por un voltaje excesivo.

Debemos recordar, por tanto, que el acoplamiento de condensadores en paralelo aumenta la capacidad y se utiliza cuando se necesita un condensador de gran capacidad y no se dispone de él, pero sí de otros de menor capacidad.

Por ejemplo, necesitamos un condensador de 50 μF del que no disponemos, pero tenemos cinco condensadores de 10 μF. Resolveremos el caso, asociando los cinco condensadores en paralelo ya que la capacidad resultante será: $C = 10 + 10 + 10 + 10 + 10 = 10 \times 5 = 50 \ \mu F$.

Por el contrario, el acoplamiento en serie disminuye la capacidad, pero aumenta el voltaje de trabajo.

En consecuencia, convendrá utilizarlo en alguno de estos dos casos:

a) Cuando se necesite una capacidad menor que la de los condensadores de que podemos disponer.

Por ejemplo, necesitamos intercalar en un circuito un condensador de 0,01 μF y disponemos de dos condensadores de 0,02 μF.

Conectándolos en serie, la capacidad resultante será:

$$C = \frac{0{,}02}{2} = 0{,}01 \ \mu F$$

b) Cuando hayamos de utilizar un condensador que pueda soportar un voltaje de tra-

bajo mayor que el que permiten los condensadores disponibles.

Por ejemplo, es necesario conectar en un circuito un condensador de 8 μF y 750 V como voltaje de trabajo.

Conectaremos en serie tres condensadores electrolíticos de 24 μF cuyo voltaje de trabajo sea de 250 V.

La capacidad resultante C será:

$$C = \frac{24}{3}\ \mu F = 8\ \mu F$$

y el voltaje de trabajo $V = 250 \times 3 = 750$ V.

Acoplamiento de resistencias

Al igual que los condensadores, las resistencias pueden acoplarse o conectarse en "paralelo" y en "serie".

ACOPLAMIENTO EN PARALELO. — Si tomamos tres resistencias R_1, R_2 y R_3 y las conectamos en la forma indicada en la fig. III-11 (A), es decir, uniendo entre sí cada uno de los tres hilos de conexión de uno de los lados de cada resistencia por una parte y las tres conexiones libres por otra, tendremos dos terminales comunes 1 y 2 que serán los de la resistencia resultante.

Este tipo de acoplamiento ofrece mayor facilidad al paso de la corriente que una sola resistencia pues es tanto como multiplicar por tres la sección del hilo que forma cada resistencia, suponiendo que las tres sean iguales.

En lenguaje matemático diremos esto mediante la fórmula:

$$R = \frac{R_1}{3} = \frac{R_2}{3} = \frac{R_3}{3}$$

Si las resistencias R_1, R_2 y R_3 fuesen de 30.000 Ω el valor de la resultante sería:

$$R = \frac{30.000}{3} = 10.000\ \Omega$$

La intensidad que podría pasar por el conjunto de las tres resistencias sería triple que la que pasaría por uno solo, lo que nos permitirá una mayor disipación de calor (mayor número de vatios).

Sin embargo, la diferencia de potencial entre los terminales 1 y 2 será la misma que si hubiese una sola resistencia.

Esto se explica fácilmente si se tiene en cuenta que la diferencia de potencial viene dada por el producto de multiplicar el valor de la intensidad de la corriente por la resistencia del circuito.

Si la intensidad de la corriente que atravesaría la resistencia de 30.000 Ω era de 5 miliamperios (0,005 amperios), la intensidad de la corriente que atraviesa el conjunto será de $0{,}005 \times 3 = 0{,}015$ A y la resistencia combinada de R_1, R_2 y R_3 en paralelo es de 10.000 Ω.

EN EL CASO DE UNA RESISTENCIA V = Intensidad (amperios) × Resistencia (ohmios) = $= 0{,}005 \times 30.000 = 150$ voltios.

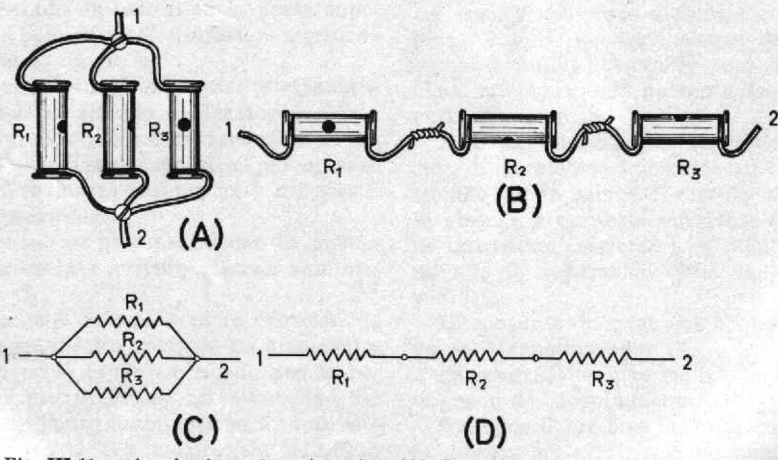


Fig. III-11. — Acoplamiento de resistencias: (A) Conexión de tres resistencias en paralelo; (B) Conexión de tres resistencias en serie; (C) Símbolo de la conexión en paralelo; (D) Símbolo de la conexión en serie.

En el caso de tres resistencias V = Intensidad (amperios) × Resistencia (ohmios) = 0,015 × 10.000 = 150 voltios,

Acoplamiento en serie. — Si conectamos tres resistencias R_1, R_2 y R_3 formando una cadena, en la forma representada en la figura III-11 (B), habremos realizado su acoplamiento "en serie".

Es evidente que para circular la corriente desde el terminal 1 hasta el 2 necesita vencer sucesivamente la resistencia de R_1, R_2 y R_3 por lo que se deduce claramente que la resistencia del conjunto será igual a la suma de las tres resistencias.

Esto se expresa mediante la fórmula

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \text{ (ohmios)}.$$

En el caso de que las tres resistencias fuesen iguales y de un valor de 10.000 Ω cada una, la resistencia total R será:

$$R = 10.000 + 10.000 + 10.000 = \\ = 10.000 \times 3 = 30.000\ \Omega$$

LECCIÓN IV

BOBINAS Y TRANSFORMADORES

Continuando el estudio de los elementos básicos en los circuitos de radio, vamos a iniciar el de las bobinas, que con los condensadores y resistencias forman un trío que encontraremos con grandísima frecuencia en cuanto nos adentremos en la parte más amena de este curso, la de la construcción de aparatos de radio.

Bobinas

Recordaremos que al estudiar los efectos producidos por la corriente eléctrica nos referíamos al paso de ésta por un alambre arrollado en un cierto número de espiras, al que conectábamos una pila. El resultado era la creación de un polo N en un extremo y un polo S en el otro, por lo que la bobina se portaba como un imán natural.

Consideremos ahora el caso de una bobina constituida en la forma indicada conectada a un generador de corriente alterna G. Circulará la corriente durante un semiciclo en el sentido indicado por la flecha de trazo grueso, creando un polo S en la parte superior y un polo N en la inferior, según se muestra en la fig. IV-1.

Durante el semiciclo siguiente circulará la corriente en sentido contrario, según la flecha de puntos y como consecuencia se invertirá la polaridad magnética, por crearse un polo N en la parte superior y un polo S en la inferior.

Este fenómeno se repetirá con la misma frecuencia de la corriente alterna suministrada por G.

Consecuencia de esto será la creación de un campo magnético variable en dirección e intensidad en el espacio ocupado por la bobina y sus proximidades. La intensidad del campo en un punto cualquiera será tanto menor cuanto mayor sea la distancia del punto considerado al eje de la bobina.

Si colocamos en la proximidad de la bobina P otra bobina S, sus espiras serán atravesadas por las líneas de fuerza de un campo magnético alterno de intensidad variable. Conectando un aparato de medida capaz de registrar el paso de una corriente alterna, provisto de una escala con el cero en su centro, observaremos las desviaciones de la aguja alternativamente a uno y otro lado

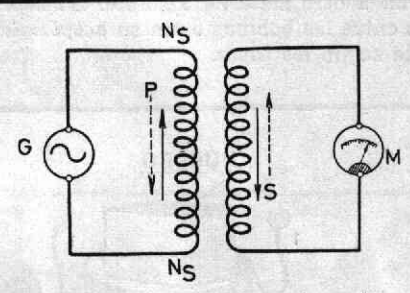


Fig. IV-1. — Al circular la corriente alterna por la bobina P se originan corrientes inducidas en la bobina S.

del cero. Variando la distancia entre las bobinas P y S las desviaciones de la aguja aumentarán al disminuir esta distancia y disminuirán cuando aumenta la separación entre las mismas.

Esta experiencia nos demuestra la creación de corrientes inducidas en la bobina S cuando por la bobina P circula una corriente alterna y que esta corriente inducida es de intensidad creciente a medida que se disminuye la separación entre las bobinas P y S.

El conjunto de estas dos bobinas constituye un "transformador".

La separación entre las mismas determina el grado de "acoplamiento".

Debemos dejar bien sentado que para que se desarrollen corrientes inducidas en la bobina S es necesario que la corriente que circula por P sea corriente alterna. Una corriente continua no puede producir la va-

riación de polaridad en los extremos de la bobina sin un campo magnético variable; se creará un polo N en un extremo y un polo S en el otro en permanencia y el campo magnético tendrá un valor constante, mientras no se haga variar la intensidad de la corriente.

Por consiguiente debemos mantener en nuestra memoria esta consecuencia:

Los transformadores no son aplicables a circuitos de corriente continua

Las bobinas están formadas por uno o más arrollamientos de hilo de cobre de diámetro variable, según la intensidad y la frecuencia de la corriente alterna que circula por las mismas, devanadas sobre un núcleo de hierro o un tubo de cartón baquelizado, fibra, porcelana u otro material aislante. La separación entre las bobinas o sea su *acoplamiento* varía según los casos.

Sus características dependen de la frecuencia de la corriente que ha de recorrer el circuito a que están conectadas y en este aspecto podemos distinguir dos tipos de bobinas y transformadores: los de baja frecuencia y los de alta frecuencia.

Bobinas de baja frecuencia

Están devanadas sobre un núcleo de hierro y el conductor que se utiliza para la bobina o bobinas es de diámetro variable entre las décimas de milímetro y un milímetro y está aislado por una o dos capas de algodón, seda, seda y algodón o esmalte.

Cuando tiene un solo devanado, éste ofrece una resistencia al paso de la corriente alterna mucho mayor que la que ofrecería al paso de la corriente continua. En este caso la resistencia recibe el nombre de *impedancia* y al igual que la *resistencia* se mide en ohmios. La fig. IV-2 (A) ilustra la

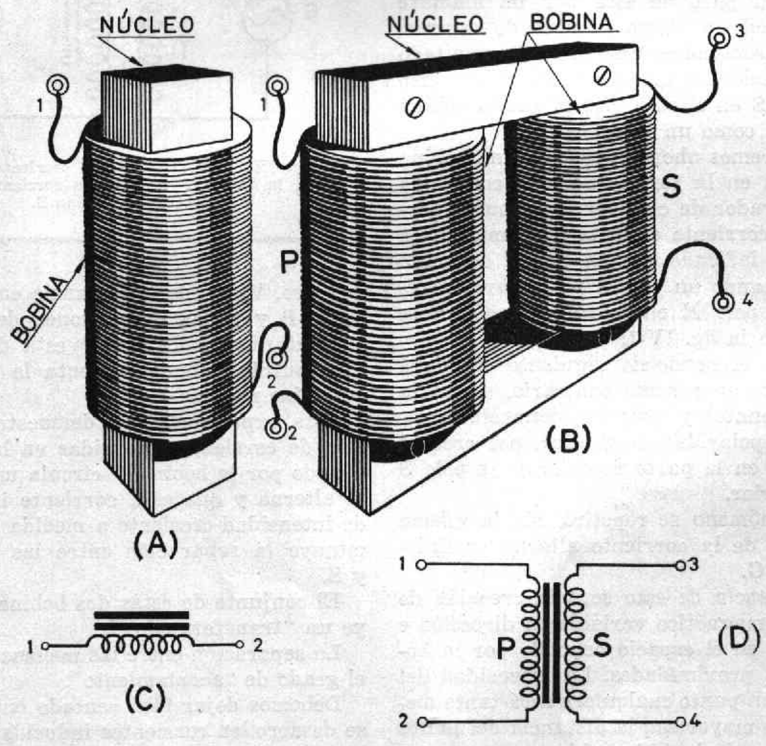


Fig. IV-2. — Bobinas de B.F.: (A) Bobina de impedancia; (B) Transformador de B.F.; (C) Símbolo de la bobina de impedancia; (D) Símbolo del transformador de B.F.

constitución de una bobina de este tipo. Los dos terminales 1 y 2 corresponden a los extremos de la bobina.

Si son dos las bobinas devanadas sobre el mismo núcleo, tendremos un transformador de B.F. (baja frecuencia).

En la fig. IV-2 (B) se muestra uno de estos transformadores. El núcleo tiene dos ramas verticales sobre las que se devanan las bobinas, P y S (primario y secundario del transformador) y dos ramas horizontales.

Por esta razón se denomina núcleo magnético "cerrado" para distinguirlo del núcleo representado en la fig. IV-2 (A) que es "abierto".

El núcleo magnético cerrado permite aumentar el número de líneas de fuerza del campo creado por el primario, a través del secundario, lo que aumentará la inducción y por tanto el voltaje de la corriente creada en el secundario.

Los núcleos no son macizos, sino que están formados por chapas de hierro superpuestas.

En las figuras IV-2 (C) y IV-2 (D) se han representado los símbolos correspondientes a las bobinas de impedancia, conocidas también como "bobinas de choque" o *choques de B.F.* y a los transformadores de B.F.

Impedancia

Aunque sea ligeramente, vamos a estudiar la causa creadora de la impedancia de las bobinas.

Hemos visto que una bobina recorrida por una corriente alterna crea un campo magnético que obra por *inducción* sobre otra u otras bobinas situadas a corta distancia de aquélla. Pero debemos saber que la bobina creadora del campo magnético ejerce también una influencia sobre sí misma, en forma que se opone al paso de la corriente creadora del campo magnético, por un efecto conocido por *autoinducción.*

El resultado es que a la resistencia que tendría la bobina cuando la corriente que por ella circula es continua, se suma otra resistencia que se denomina *reactancia* y la suma de ambas es la *impedancia.*

La impedancia de una bobina depende del número de espiras y de la sección y naturaleza del núcleo de la misma, así como de la frecuencia de la corriente alterna, aumentando a medida que aumentan estos tres factores.

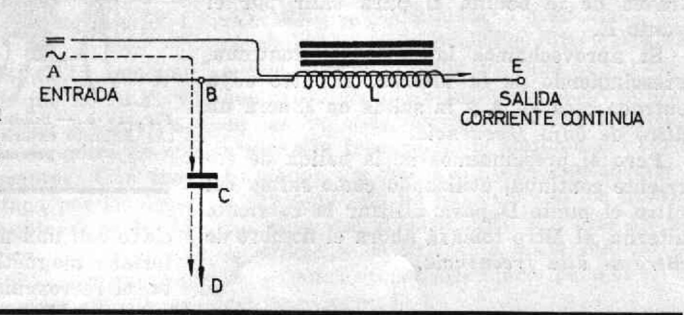


Fig. IV-3. — El conjunto del condensador C y la bobina L, conectados como se muestra en esta figura, constituye un filtro.

Filtros eléctricos

Las variaciones de las impedancias de las bobinas y de los condensadores con la frecuencia de la corriente que por ellos circula, ha permitido la construcción de los filtros eléctricos cuya finalidad es separar una corriente alterna de otra continua, o bien dos corrientes alternas de frecuencias distintas, que se propagan simultáneamente por un conductor.

Ejemplo de estos dispositivos son los filtros empleados en los aparatos de radio alimentados por la corriente alterna de la red para separar la corriente rectificada, similar a la corriente continua, de los residuos de corriente alterna a la salida del rectificador.

La fig. IV-3 muestra la forma en que deben conectarse una bobina L y un condensador C para formar un filtro de baja frecuencia.

Veamos cómo funciona este filtro: Por el conductor AB circulan simultáneamente una corriente continua y otra alterna representadas respectivamente por los símbolos $=$ y $\sim$.

Al llegar al punto B encuentran dos caminos de derivación: el uno a través del condensador, que no permite, como sabemos, el paso de la corriente continua, y el otro el de la bobina que ofrece una gran resistencia (impedancia) al paso de la corriente alterna. Por otra parte el condensador deja pasar fácilmente la corriente alterna y la bobina ofrece igual facilidad al paso de la corriente continua.

El resultado es fácil de deducir: La corriente alterna seguirá el camino marcado por las flechas de puntos, a través del condensador C para salir por el punto D, y la continua el de la flecha de trazo lleno, a través de la bobina L para salir por el punto E.

Si aprovechamos la corriente continua, prescindiendo de la alterna, el filtro cuya entrada está en A y la salida en E será un *filtro de baja frecuencia.*

Pero si prescindimos de la salida de corriente continua, utilizando como salida del filtro el punto D para utilizar la corriente alterna, el filtro tomará ahora el nombre de *filtro de alta frecuencia.*

Bobinas de alta frecuencia

Las bobinas con gran núcleo de hierro de las que nos hemos ocupado hasta ahora ofre-

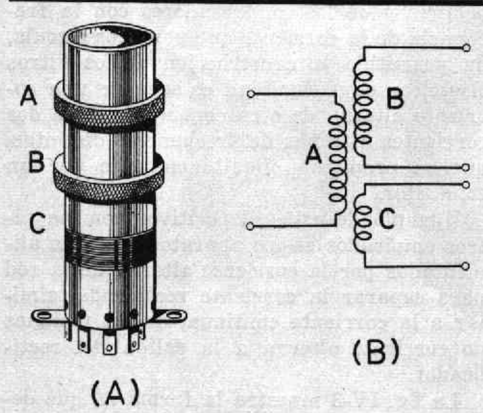


Fig. IV-4. — Bobina de radiofrecuencia (R.F.) (A) y símbolo de esta bobina (B).

cerían una enorme resistencia al paso de la corriente alterna cuando la frecuencia de la misma es del orden de miles o millones de ciclos.

Es necesario por consiguiente, emplear bobinas sin núcleo, que suelen conocerse como bobinas con *núcleo de aire,* o bien con un núcleo especial de polvo de hierro mez-

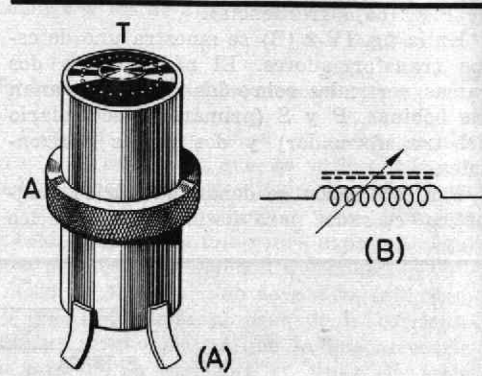


Fig. IV-5. — Bobina de R.F. con núcleo magnético: (A) Aspecto exterior de esta bobina; (B) Símbolo representativo de esta bobina.

clado con una materia aglutinante o de materiales magnéticos especiales como la ferrita, el ferroxcube y otros similares.

La fig. IV-4 representa una "bobina" formada por tres arrollamientos A, B y C devanados sobre un tubo de cartón baquelizado con núcleo de aire.

Suponiendo que la corriente circula por el arrollamiento A, que será por tanto el primario, se engendrarán corrientes inducidas en los arrollamientos B y C que serán los secundarios.

El símbolo representativo de esta bobina, que en realidad es un transformador de R.F. (radiofrecuencia) es el mostrado en la figura IV-4 (B).

En la fig. IV-5 (A) se muestra una bobina con núcleo magnético ajustable por medio de un tornillo T situado en su parte superior.

Haciendo girar este tornillo en uno u otro sentido se desplazará el núcleo magnético en el interior del tubo de cartón sobre el que está devanada la bobina, introduciéndose más o menos en el mismo.

De esta forma se consigue variar la inductancia de la bobina, por lo que suelen emplearse en circuitos de frecuencia variable, como son los circuitos sintonizados de los receptores de radio.

El símbolo representativo de las bobinas de inductancia variable con núcleo magnético ajustable es el mostrado en la figura IV-5 (B).

Aun cuando sea adelantarnos un poco al estudio de los receptores de radio, que realizaremos detalladamente más adelante, diremos que en estos aparatos intervienen corrientes alternas que podemos dividir en tres grupos en relación con la frecuencia de las mismas.

1. *Radiofrecuencias* (R.F.), que comprenden las que captadas por la antena entran en el receptor por su terminal de "antena".

Su frecuencia está comprendida entre varios millones de ciclos (megaciclos) y centenares de miles de ciclos.

Las bobinas utilizadas en circuitos recorridos por corrientes correspondientes a este grupo son las de R.F. con núcleo de aire o magnético representadas en las figuras IV-4 y IV-5.

2. *Frecuencias intermedias* (F.I.) que son frecuencias mucho menores que las R.F. y cuyo valor es fijo en cada caso y suele variar entre 3 y 5 centenares de miles de ciclos, según el diseño del receptor. Una frecuencia generalmente adoptada por los diferentes constructores de receptores es la de 465 Kc/s. o sea 465.000 ciclos.

3. *Bajas frecuencias* (B.F.) que son las que pueden impresionar nuestros oídos y se utilizan para accionar los altavoces de los radiorreceptores.

En estas frecuencias se comprenden las de 10 ó 15 Kc/s. a 100 ó 200 ciclos.

Los circuitos de B.F. suelen estar formados, entre otros elementos, por bobinas y transformadores con núcleos de hierro como los representados en la fig. IV-2.

Transformadores de F.I. (fig. IV-6)

Están formados por dos bobinas idénticas devanadas sobre un tubo de cartón baquelizado, como las A y B de la fig. IV-4 o como la A de la fig. IV-5 en el caso de que el núcleo sea magnético y ajustable por medio de un tornillo T situado en la parte superior. El giro de este tornillo en uno u otro sentido hace que el núcleo se introduzca más o menos en el interior del tubo de cartón lo que produce una variación de la inductancia de las bobinas, circunstancia que permite ajustar la frecuencia de sintonía del transformador. En este caso los condensadores C1 y C2 montados en paralelo con los devanados primario y secundario son fijos ya que es suficiente la variación de la inductancia del primario y del secundario para el ajuste del transformador.

Si el núcleo magnético no fuese ajustable o bien si no existiese, por ser el núcleo de

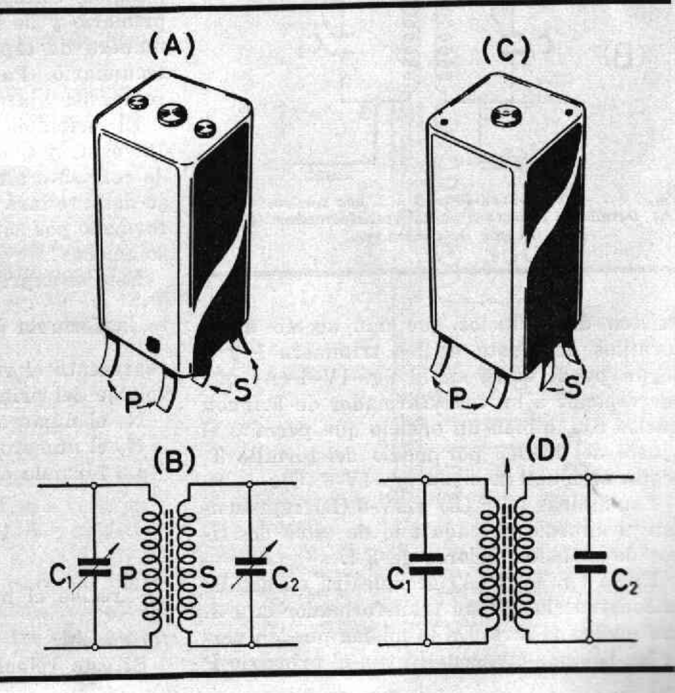


Fig. IV-6. — Transformadores de frecuencia intermedia (F.I.): (A) Ajuste de sintonía por variación de C_1 y C_2; (B) Símbolo representativo de este transformador; (C) Ajuste de sintonía por la posición del núcleo magnético; (D) Símbolo representativo de este transformador.

aire, los condensadores C1 y C2 son ajustables, de pequeña capacidad *(trimmers)*, disponiéndose en la parte superior.

Como los transformadores de F.I. van blindados, en la parte superior del blindaje

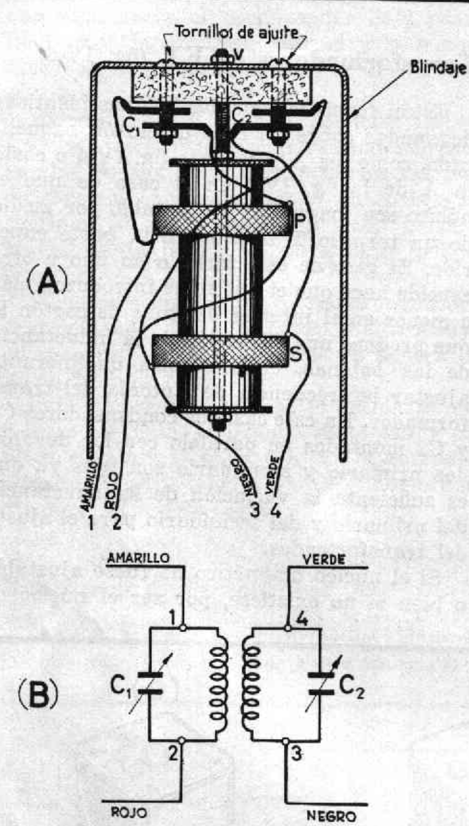


Fig. IV-7. — Transformador de F.I. con núcleo de aire: (A) Detalle de construcción del transformador; (B) Esquema de conexiones.

existen dos orificios que dan acceso a los tornillos de ajuste de los trimmers 1 y 2 según puede verse en la fig. IV-6 (A) que corresponde a un transformador de F.I. con núcleo fijo, o bien un orificio que permite el ajuste del núcleo por medio del tornillo T, según se muestra en la fig. IV-6 (C).

Las figuras IV-6 (B) y IV-6 (D) representan el símbolo de cada uno de estos dos tipos de transformadores de F.I.

En la fig. IV-7 (A) se muestra en detalle la construcción de un transformador de F.I. con núcleo de aire. En la misma pueden verse las bobinas que constituyen el primario P y el secundario S, los condensadores ajustables C1 y C2 cuyos tornillos de ajuste son accesibles desde el exterior del blindaje que encierra el transformador, cuya finalidad es evitar las influencias magnéticas o interferencias entre el transformador y otros circuitos próximos del receptor.

Los hilos de conexión, de los colores indicados en la figura, que permiten su identificación evitando posibles confusiones, salen al exterior del blindaje.

Una varilla roscada provista de tuercas y arandelas sirve para formar un conjunto rígido y fijarlo al chasis del aparato.

En la fig. IV-7 (B) aparece el esquema de conexiones del transformador de F.I.

Relación de transformación

Ya hemos visto que un transformador en su aspecto más sencillo está formado por dos devanados, uno de los cuales, denominado "primario", al ser recorrido por una corriente alterna, da lugar a la creación de un voltaje alterno en el otro devanado, denominado "secundario". No obstante, el número de secundarios puede ser de dos, tres o más, en los que independientemente se desarrollan voltajes inducidos por el primario.

Estos voltajes dependen del voltaje del primario y de la relación existente entre el número de espiras de éste y el de las del secundario. Para aclarar y recordar esta regla, nos fijaremos en el ejemplo siguiente:

El primario de un transformador tiene 100 espiras y está conectado a un generador de corriente alterna de 100 V. ¿Qué voltaje se desarrollará en el secundario si éste está formado por 350 espiras o bien por 6 espiras solamente?

Esto se expresa matemáticamente mediante la fórmula $V_s = \frac{V_P \times N_s}{N_p}$ en la que V_s representa el voltaje del secundario y V_p el voltaje del primario.

N_s el número de espiras del secundario y N_p el número de espiras del primario.

La fórmula anterior equivale a esta otra:

$$V_S = V_P \times \frac{N_S}{N_P}$$

$\frac{N_S}{N_p}$ recibe el nombre de *relación de transformación.*

Si esta relación es mayor que la unidad,

el transformador será *elevador de tensión.* y si es menor, será *reductor de tensión.*

Ahora estamos en condiciones de resolver el ejemplo anterior.

Como el voltaje del primario es de 100 V y el número de espiras es de 100 y el número de espiras del secundario, en el primer caso, es de 350, el voltaje en el secundario será:

$$V_s = 100 \times \frac{350}{100} = 100 \times 3{,}5 = 350 \text{ V.}$$

En este caso la relación de transformación es de 3,5, y por ser mayor que la unidad, el transformador será "elevador de tensión".

En el segundo caso hemos supuesto que el número de espiras del secundario es de 6 solamente. Por consiguiente el voltaje en el secundario será:

$$V_s = 100 \times \frac{6}{100} = 100 \times 0{,}06 = 6 \text{ V.}$$

La relación de transformación es ahora 0,06, y por ser menor que la unidad, el transformador será *reductor de tensión.*

Transformador de alimentación

De todos es conocido que la mayoría de los receptores de radio son alimentados por la corriente de la red de alumbrado, lo que evita el empleo de pilas o baterías de acumuladores.

Al conectar la clavija de toma de corriente del receptor, si está diseñado para trabajar con corriente alterna, queda conectado el voltaje de la red, normalmente de 120 V, al primario del transformador de alimentación.

Aun cuando sea adelantar ideas sobre las que discutiremos en el momento oportuno, diremos que para el funcionamiento del receptor es necesario disponer de tres voltajes distintos, que son:

1. *Voltaje de alta tensión* (A.T.) del orden de 350 V para alimentación de las placas y rejillas pantalla de las lámparas.

2. *Voltajes de baja tensión* (B.T.) para el caldeo de los filamentos de las lámparas del receptor y de la rectificadora. Estos voltajes son normalmente de 6,3 V y 5 V respectivamente.

De aquí se deduce que necesitaremos disponer de tantos secundarios como voltajes distintos sean precisos; en nuestro caso concreto, tres secundarios.

De lo dicho anteriormente se desprende que las relaciones de transformación de los tres secundarios serán:

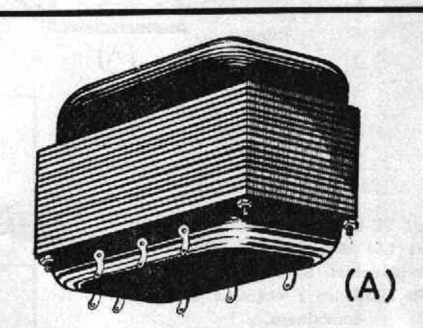
Secundario de A.T. $= \frac{350}{120} = 3$ (aproximadamente).

Secundario de filamentos de las lámparas $= \frac{6}{120} = 0{,}05 = \frac{1}{20}$.

Secundario de filamento de la rectificadora $= \frac{5}{120} = 0{,}04 = \frac{1}{25}$.

Por consiguiente, el secundario de A.T. tendrá un número de espiras triple que el primario y los secundarios de filamento 20 y 25 veces menor, respectivamente, que el primario.

En la fig. IV-8 se muestra, en (A) el as-



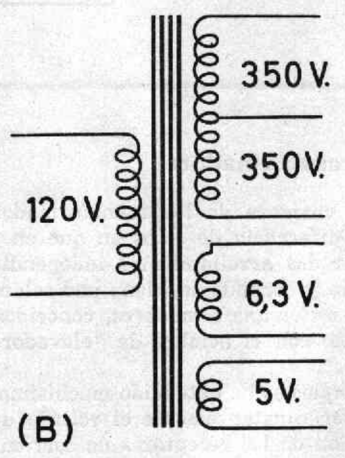


Fig. IV-8. — Transformador de alimentación de los receptores de corriente alterna: (A) Aspecto exterior del transformador; (B) Símbolo representativo del transformador con la indicación de los voltajes en cada arrollamiento del mismo.

pecto exterior del transformador de alimentación de un receptor de corriente alterna, provisto de un primario y tres secundarios y en (B) el símbolo representativo del mismo, con indicación de los voltajes en el primario y en cada uno de los secundarios.

Para su conexión a la red de alumbrado está provisto de una clavija de enchufe bipolar, uno de cuyos contactos va unido al terminal marcado 1 y el otro a una clavija o banana C que puede ser enchufada en alguno de los terminales marcados del 2 al 8.

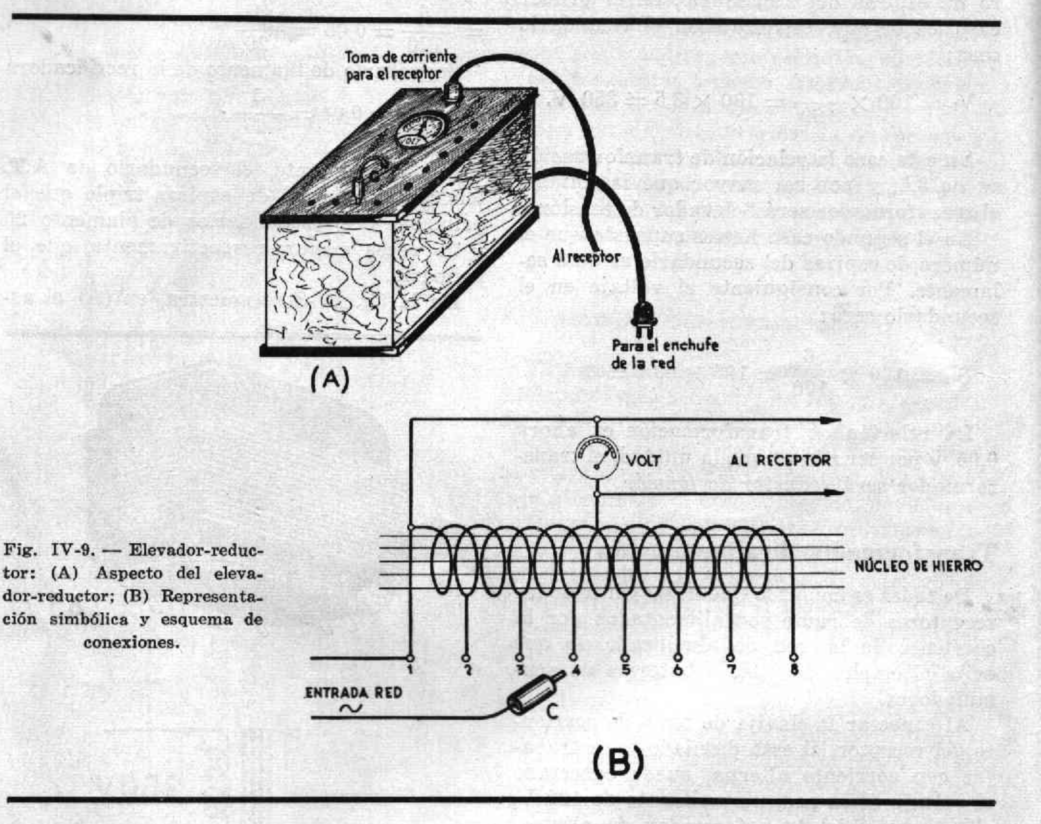


Fig. IV-9. — Elevador-reductor: (A) Aspecto del elevador-reductor; (B) Representación simbólica y esquema de conexiones.

Autotransformadores

Una variante de los transformadores y que se diferencia de éstos en que en lugar de tener dos arrollamientos independientes, primario y secundario, tiene uno solamente, son los *autotransformadores*, conocidos vulgarmente con el nombre de "elevadores-reductores".

Su empleo se ha extendido muchísimo para mantener constantemente el voltaje de alimentación de los receptores de corriente alterna, a pesar de las posibles variaciones de voltaje de la red.

Su aspecto exterior se representa en la figura (A), y en (B) se muestra el símbolo representativo y su esquema de conexiones.

Como uno de los conductores de alimentación del receptor está conectado al terminal 1 y el otro al 4, si se introduce la clavija C en le terminal 4, el voltaje que llega al receptor será igual al de la red. Si desplazamos la clavija del 4 al 2 irá aumentando la tensión aplicada al receptor y será en todos los casos superior al voltaje de la red, pero si el desplazamiento de la clavija va desde el 5 al 8 el voltaje de entrada al receptor irá disminuyendo y siempre será menor que el de la red.

Esto se explica fácilmente teniendo en cuenta que la parte del arrollamiento que hace de secundario, que es la que se conecta al receptor, está formada por las espiras comprendidas entre los terminales 1 y 4 y este número de espiras es invariable.

En cambio la conexión a la red, o sea el primario, tiene un número de espiras que varía según la posición de la clavija C. Si se enchufa en el terminal 4 el número de espiras del primario y del secundario serán iguales y por tanto el voltaje de salida será igual al de entrada. Si se enchufa en alguno de los terminales comprendidos entre el 3 y el 1, el número de espiras del primario será menor que el del secundario y el voltaje de salida será superior al de entrada y el autotransformador trabajará como elevador de tensión, pero si la clavija se va desplazando del terminal 5 al 8 el número de espiras del primario irá siendo cada vez mayor que el del secundario y trabajará como reductor de tensión.

Un aparato para la medida del voltaje aplicado al receptor de radio nos permite mantener constante el mismo, mediante los necesarios desplazamientos de la clavija C en la serie de terminales de enchufe 2 al 8.

LECCIÓN V

LAS LÁMPARAS ELECTRÓNICAS

Sería muy difícil encontrar un elemento de mayor trascendencia en la técnica de la radio que las lámparas o válvulas electrónicas. Necesitaríamos mayor espacio que el disponible en estas lecciones para dar una idea exacta de la influencia decisiva de las lámparas electrónicas en el incontenible desarrollo de la técnica y la industria de nuestros tiempos.

Esas maravillosas producciones que son la radio, la televisión, el telemando, los cerebros electrónicos, el radar, las ayudas a la navegación y tantas otras que sería prolijo enumerar, no hubieran sido posibles sin la existencia de las lámparas.

Su constitución y aplicaciones han sufrido una evolución rápida, existiendo en la actualidad infinidad de tipos cuya aplicación iremos viendo al estudiar los circuitos y montajes de radio.

La lámpara de dos electrodos o «diodo»

Tanto éste como los otros tipos que estudiaremos sucesivamente, están formados por una ampolla de vidrio de la que se ha extraído totalmente el aire, en cuyo interior hay un filamento metálico que se pone incandescente por medio de la corriente suministrada por una batería A.

El *filamento*, cuya finalidad es la emisión de electrones, constituye una parte vital de la lámpara. Como no todos los metales emiten electrones con la misma facilidad se eligen los que tienen esta propiedad más acentuada, siempre que sean capaces de resistir elevadas temperaturas sin fundirse.

A corta distancia del filamento y envolviéndole se dispone la *placa*, que es un cilindro u otra forma adecuada de manguito de níquel de reducido espesor, a la que se comunica un voltaje positivo mucho mayor que el empleado para la calefacción del filamento. Estos voltajes son suministrados por dos baterías; la B, de unos 80 V para la placa y la A de 4 a 6 V para el filamento.

Este dispositivo se muestra en la fig. V-1 en la que aparecen los electrones, emitidos por el filamento que, como recordaréis, son cargas negativas de electricidad, que son atraídos por las cargas altamente positivas de la placa, estableciéndose un flujo de electrones que constituye la "corriente de placa". Los electrones circulan en el sentido marcado por las flechas *a* y *b* atravesando el espacio comprendido entre el filamento y la placa a pesar de no estar unidos por un cuerpo conductor, gracias a la velocidad de desprendimiento de los electrones y de la fuerza atractiva de las cargas positivas de la placa.

En la fig. V-1 (C) se ha representado el *símbolo del diodo*, cuyo nombre se deriva del hecho de estar formado por dos elementos o "electrodos", filamento y placa. El filamento o elemento emisor de electrones, en el caso que nos ocupa recibe "directamente" la corriente necesaria para su calefacción, por lo que se dice que esta lámpara es de calefacción directa, y ha de ser calentado necesariamente por corriente continua para que el flujo o desprendimiento de los electrones

Fig. V-1. — (A) y (B) Los electrones desprendidos del filamento son atraídos por las cargas positivas de la placa; (C) Símbolo representativo del diodo de calefacción directa.

sea de intensidad constante y no se produzcan variaciones en el voltaje de alimentación del filamento.

No obstante, como en la mayoría de los receptores se utiliza para la alimentación del receptor la corriente alterna de la red que no es adecuada para la calefacción del filamento, siempre que éste sea el elemento emisor de electrones, se ha recurrido al empleo de un elemento auxiliar, calentado por el filamento y denominado *cátodo* que es el verdadero emisor de electrones.

Está formado por un cilindro de pequeño diámetro cuyo eje coincida con el del filamento y que recubra a éste totalmente. Este cilindro está recubierto por óxidos metálicos de gran poder de emisión de electrones.

Entre el cátodo y el filamento se introduce un material refractario y aislante que suele ser una especie de porcelana porosa.

Este tipo de lámpara, representado en la figura V-2, en la que se utiliza un generador de corriente alterna para calentar el filamento se conoce con el nombre de lámpara de *caldeo indirecto*. El símbolo representativo de esta lámpara es el mostrado en (C).

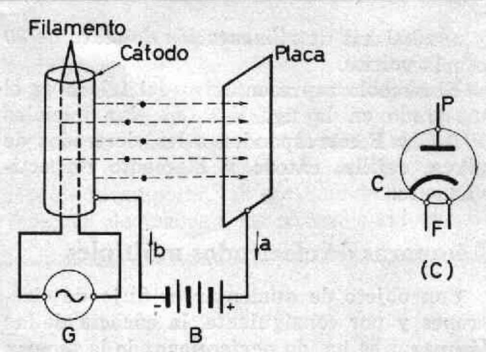


Fig. V-2. — (A) y (B) Cuando se calienta el cátodo por medio del filamento, es aquél y no éste el que emite los electrones captados por la placa; (C) símbolo representativo del diodo de calefacción indirecta.

La lámpara de tres electrodos o «triodo»

En la lámpara de dos electrodos, la corriente de placa será de intensidad constante siempre que se mantengan invariables los voltajes de alimentación del filamento y de la placa, como es lo normal.

Pero resulta de gran utilidad poder conseguir una corriente de placa de intensidad variable regulando a voluntad la intensidad del flujo de los electrones desprendidos del filamento o cátodo y captados por la placa.

Esto se ha conseguido mediante la introducción de un tercer electrodo entre el cátodo y la placa, denominado *rejilla* al que se aplican cargas de polaridad variable.

Cuando estas cargas sean positivas, reforzarán el efecto atractivo de las de placa y aumentará el número y velocidad de los electrones captados por la placa y por tanto, aumentará la intensidad de la corriente de placa. Si por el contrario la polarización de la rejilla es negativa, estas cargas ejercerán un efecto repulsivo sobre los electrones que se dirigen del filamento a la placa, disminuyendo su velocidad y el número de los que llegan hasta la placa.

Dada la proximidad entre el filamento y la rejilla se consigue, con una pequeña tensión positiva aplicada a ésta, el mismo aumento de la corriente de placa que sería producido por un aumento mucho mayor de la tensión de alimentación de placa.

En este interesantísimo fenómeno se funda el empleo del triodo como amplificador de tensiones y corrientes alternativas.

En la fig. V-3 se ilustra la constitución de un *triodo* o lámpara de tres electrodos.

El filamento y el cátodo adoptan la disposición ya explicada (fig. V-2). Alrededor del cátodo se ha dispuesto una espiral o rejilla metálica (de aquí su nombre de "rejilla"), a la que se aplica la tensión variable que regula el flujo de electrones desprendidos del cátodo. La placa adopta la forma y constitución indicada al hablar del diodo, envolviendo la rejilla y el cátodo.

Como anteriormente, se emplearán una tensión alterna para calefacción del cátodo

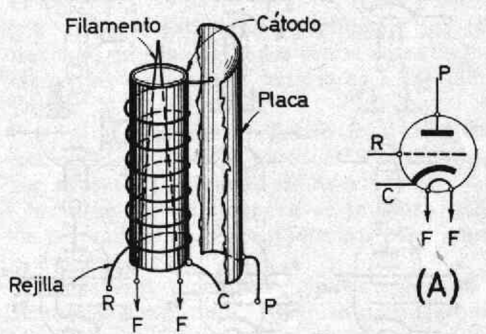


Fig. V-3. — La rejilla sirve para controlar el flujo de electrones desde el cátodo a la placa; (A) Símbolo representativo del triodo.

y una batería de *alimentación de placa de 80* o más voltios.

El símbolo representativo del triodo es el mostrado en la fig. V-3 (A), las iniciales P-R-C y F corresponden a los electrodos de placa, rejilla, cátodo y filamento respectivamente.

Lámparas de electrodos múltiples

Con objeto de aumentar el flujo de electrones y por consiguiente, la eficacia de las lámparas se ha ido perfeccionando la técnica de su construcción mediante el aditamento de nuevas rejillas auxiliares con lo que el número de electrodos ha ido aumentando progresivamente.

El número de electrodos de las lámparas se utiliza para la denominación genérica de las mismas, según se indica a continuación:

Número de electrodos	Denominación	Número de electrodos	Denominación
2	Diodo	6	Hexodo
3	Triodo	7	Heptodo
4	Tetrodo	8	Octodo
5	Pentodo		

Lámparas múltiples

Para reducir el espacio de los montajes de radio, reduciendo el número de lámparas empleado se construyen las denominadas lámparas múltiples, en las que se combinan los electrodos de dos o más lámparas dentro de una sola ampolla.

Entre los tipos más corrientes encontraremos el doble diodo, el doble triodo, el doble diodatriodo, el triodo pentodo, el triodo hexodo y otras muchas más cuyo detalle podemos encontrar en los catálogos y manuales de lámparas.

Símbolos de las lámparas multielectrodos y múltiples

Son los representados en la fig. V-4 según el detalle que se indica a continuación:

A) Tetrodo de haces electrónicos dirigidos.
B) Pentodo de caldeo indirecto.
C) Pentodo de caldeo indirecto con el cátodo y la rejilla 3 (supresora), conectados en el interior de la válvula.
D) Doble diodo de caldeo directo.
E) Doble diodo de caldeo indirecto.
F) Doble triodo de caldeo indirecto.
G) Doble diodo-triodo, de caldeo indirecto.
H) Pentodo-triodo, de caldeo indirecto.
I) Hexodo de caldeo indirecto.
J) Heptodo de caldeo indirecto.
L) Octodo de caldeo indirecto.

Como puede apreciarse en las figuras *D*) y *E*) las lámparas del mismo tipo tienen representación similar, distinguiéndose únicamente por la existencia del cátodo o la falta del mismo, según se trate de lámparas de caldeo indirecto o directo.

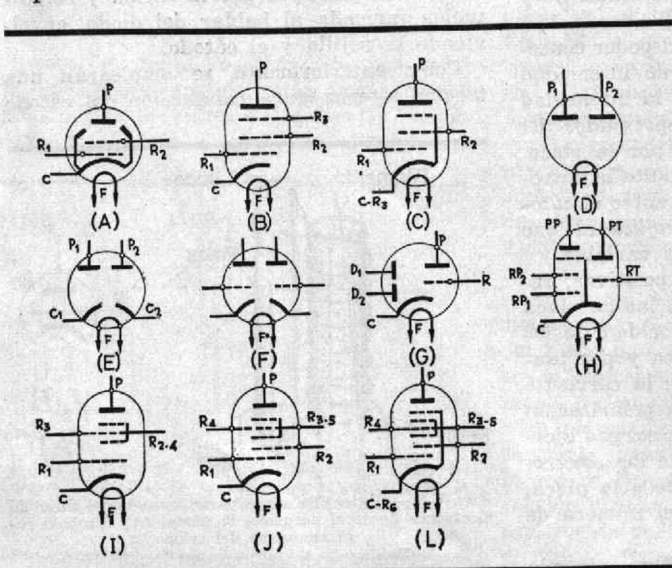


Fig. V-4. — Símbolo representativo de las lámparas multielectrodos y múltiples.

Diferentes modelos de lámparas

El aspecto y constitución externa de las lámparas ha ido sufriendo variaciones introducidas por los fabricantes de las mismas.

En cuanto se refiere a la naturaleza de la ampolla o envolvente externa de los electrodos constitutivos de las lámparas, las primitivas tenían la ampolla de cristal y eran esféricas en los primeros tipos y posteriormente cilíndricas según se representa en la figura V-5 *a*). En unos casos la conexión de uno de los electrodos, generalmente la rejilla de control, se llevaba a una pieza cilíndrica o "capacete" y en otros, tanto esta conexión, como las que corresponden a los restantes electrodos se disponían formando círculo en una pieza cilíndrica de material aislante acoplada a la base de la ampolla de vidrio, que por esta circunstancia se conoce con el nombre de "base" o "zócalo".

Posteriormente apareció en el mercado la lámpara denominada "metálica" en la que la ampolla de vidrio fue sustituida por una envolvente de acero. Este tipo de lámparas se distingue por estar el zócalo provisto de un vástago cilíndrico aislante central, que sirve de guía para la colocación correcta en su soporte.

Finalmente, existen otras lámparas denominadas "metal-vidrio" cuyo aspecto exterior es similar al de las de cristal, pero llevan un zócalo con guía como las lámparas metálicas.

En el zócalo, según se ha indicado, van dispuestas en círculo, tantas patillas de conexión como electrodos tiene la lámpara. Estas patillas permiten establecer desde el exterior de la ampolla, las conexiones de los diferentes electrodos a los circuitos exteriores.

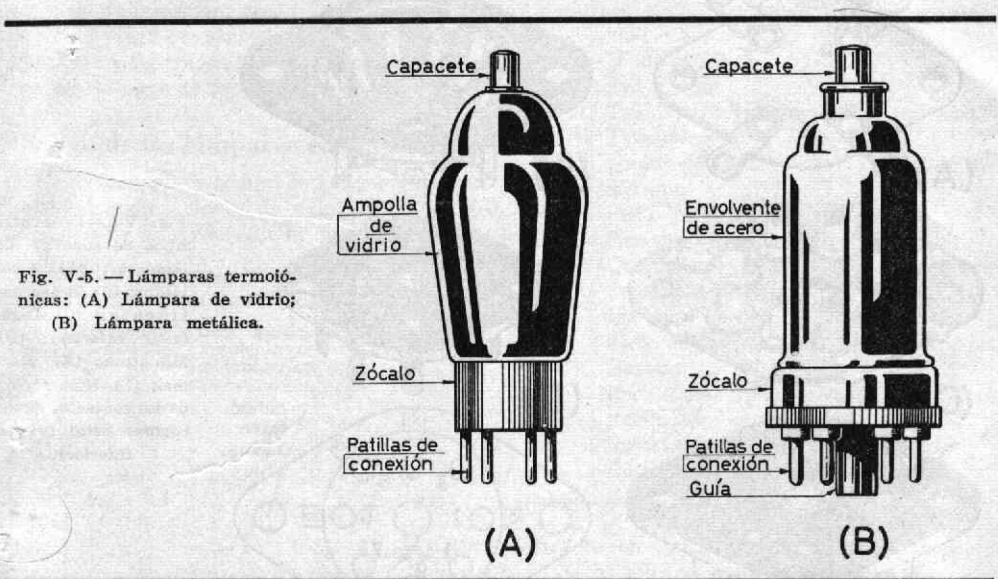


Fig. V-5. — Lámparas termoiónicas: (A) Lámpara de vidrio; (B) Lámpara metálica.

Soportes de las lámparas

Al utilizar las lámparas en los montajes de radio es necesario cumplir las cuatro condiciones siguientes:

1.° Que las lámparas queden en una posición fija e inmóviles a pesar de las vibraciones y choques que pueda experimentar el aparato.

2.° Que se establezcan fácilmente las conexiones de sus electrodos con el resto de los elementos del circuito exteriores a las lámparas.

3.° Que el contacto eléctrico con estas conexiones sea perfecto para que no exista, en ese aspecto, posibilidad de averías.

4.° Que si una lámpara se inutiliza pueda ser sustituida con rapidez por otra igual o similar.

Todas estas condiciones se cumplen perfectamente mediante el empleo de unas piezas de conexión, conocidas con el nombre de "soportes" o zócalos.

Estos soportes, en su constitución y número de contactos han de coincidir perfecta-

mente con el número y forma de distribución de las patillas de enchufe de los zócalos de las lámparas.

Esta condición da por supuesto que han de existir tipos muy variados, para su adaptación a los diferentes modelos de fabricación de lámparas.

El número de orificios de enchufe de los soportes varía de 4 a 9. En muchos casos se utiliza el contacto o contactos que quedan sin conexión con los electrodos para conectar la ampolla, cuando es metálica, o el blindaje interior de la lámpara.

Con objeto de facilitar la correcta posición de la lámpara en el enchufe, los soportes van provistos de algún dispositivo especial que impida el enchufe de la misma en forma incorrecta.

En los soportes de 4 ó 5 orificios de enchufe, dos de los orificios son de mayor diámetro, así como dos de las patillas del zócalo, que corresponden a los terminales de filamento.

En otros casos la separación entre dos de sus orificios es mayor que la de los restantes.

En las válvulas metálicas y otros tipos modernos, en el centro del zócalo existe un cilindro aislante, de mayor diámetro, con un saliente lateral, que, en forma de bayoneta enchufa en el orificio central del soporte de la lámpara.

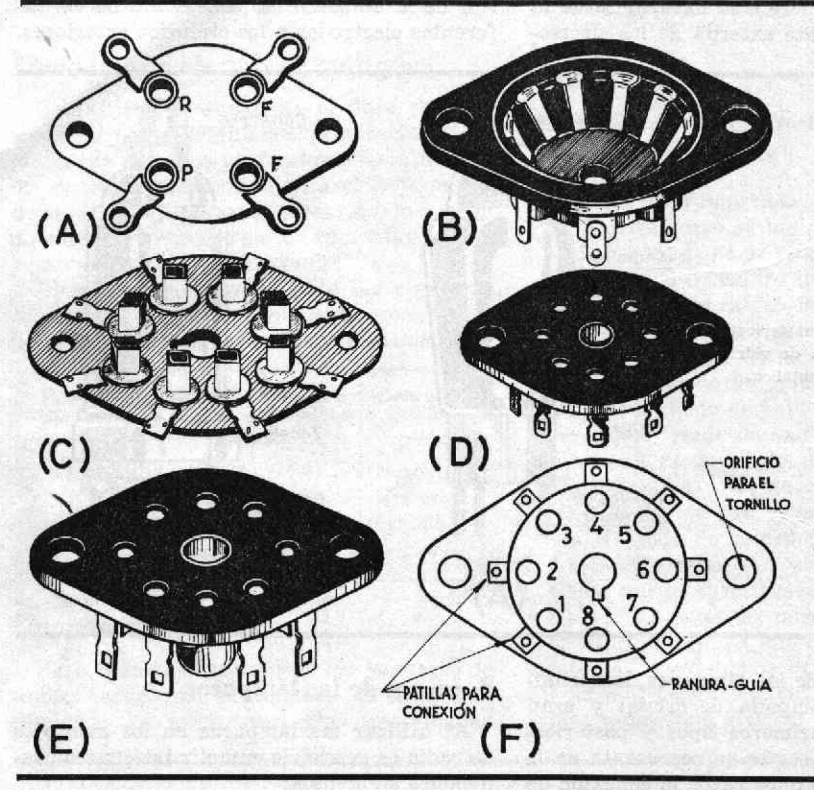


Fig. V-6.—Diferentes tipos de soportes de lámparas: (A) Americana; (B) Transcontinental; (C) Octal (vista inferior); (D) Miniatura; (E) Normal; (F) Numeración de los contactos de un soporte octal (vista inferior).

Para su identificación y correspondencia con las patillas del zócalo de las lámparas, los orificios se numeran mentalmente en la forma que aparece en la fig. V-6 *f*). Esta numeración corresponde al zócalo visto por abajo, que es como aparece ante nuestra vista cuando se establecen dos conexiones en el interior del chasis del aparato de radio.

La numeración de los electrodos en los esquemas de conexiones de éstos al zócalo de la lámpara, debe coincidir con los de los agujeros del soporte, mirando la lámpara desde abajo. Estos números figuran en los manuales de características de lámparas.

En la fig. V-6 se muestra el aspecto de algunos de los tipos más usuales de soportes de lámparas.

Designación de las lámparas

Con objeto de identificar y codificar las lámparas termoiónicas se han adoptado los llamados códigos formados por un conjunto de números y letras con un significado especial que se refiere a las tensiones de filamento, función desempeñada por las lámparas, serie de fabricación, etc.

Este código se establece por las casas productoras y figura en los manuales de lámparas y catálogos de fabricación de las mismas.

Código de las lámparas europeas

Está formado por una letra que indica el voltaje o la corriente de calefacción del filamento de acuerdo con la tabla siguiente:

PRIMERA LETRA

Letra	Tensión del filamento en voltios	Corriente del filamento en miliamperios	Observaciones
A	4	—	—
B	—	180	—
C	—	200	—
D	1,2 a 1,4	—	Baterías
E	6,3	—	
F	13	—	Automóvil
H	—	—	
K	2	150	Caldeo indirecto: Baterías
P	—	300	—
U	—	100	—
V	—	50	—

En los casos en que en la tabla figura la tensión, pueden montarse los filamentos en paralelo. Cuando figura la corriente, deben montarse en serie. La tensión de filamento es más elevada.

SEGUNDA LETRA Y SIGUIENTES

Letra	Tipo de lámpara
A	Diodo sencillo
B	Doble diodo
C	Triodo, excepto lámparas de potencia
CH (*)	Triodo hexodo
D	Triodo de salida
E	Tetrodo
F	Pentodo, amplificador de tensión
H	Hexodo o heptodo
K	Octodo
L	Pentodo amplificador de potencia
M	Indicador de sintonía
P	Tubo de emisión secundaria
Q	Hexodo
W	Rectificador biplaca a vapor de mercurio
X	Rectificador con atmósfera de gas
Y	Rectificador monoplaca de alto vacío
Z	Rectificador biplaca de alto vacío

(*) En las lámparas múltiples se emplean varias letras en orden alfabético; cada letra indica una sección de la lámpara.

Números posteriores a las letras

A continuación de las letras figura un número que se refiere a la clase de lámpara, de acuerdo con la asignación indicada a continuación:

Números inferiores a 10 = Válvula normal de vidrio.
Del 10 al 19 = Válvula metálica.
Del 20 al 29 = Válvula toda de vidrio.
Del 30 al 39 = Soporte octal.
Del 40 al 49 = Serie Rimlock.
Del 50 al 59 = Zócalo especial.
Del 80 al 90 = Serie Noval.

Ejemplos: ECH35 = Voltaje de filamento: 6,3 V.
Triodo-hexodo.
Soporte octal.

EL3 = Voltaje de filamento: 6,3 V.
Pentodo amplificador de potencia.
Lámpara de vidrio.

UAF41 = Intensidad de filamento: 100 mA (universal).
Diodo-pentodo.
Serie Rimlock.

EZ80 = Voltaje de filamento: 6,3 V.
Rectificadora biplaca.
Serie Noval.

Código de las lámparas americanas

Está formado por: un número, o grupo de números, que indica el voltaje aproximado de calefacción del filamento, una o más letras distintivas, un segundo número y a veces una letra final.

Voltajes de filamentos

1.	Menor de	2,1	V.	
2.	Entre	2,1	y	2,9
3.	"	3	y	3,9
4.	"	4	y	4,9
5.	"	5	y	5,9
6.	"	6	y	6,9
7.	"	7	y	7,9
12.	"	12	y	12,9
14.	"	12	y	14,9
20.	"	15	y	15,9
25.	"	25	y	25,9
35.	"	35	y	35,9
45.	"	45	y	49
50.	"	50	y	50,9
70.	"	70	y	70,9
117.	"	117	y	117,9

Letras distintivas

Van a continuación del número que indica el voltaje de filamento. Para todas las lámparas, excepto las rectificadoras, se emplean letras a partir de la A en orden ascendente. En estas últimas se comienza por la Z, continuando por la Y, X, W, etc., en orden contrario.

Cuando la primera letra es una S indica que la lámpara es la misma que el tipo metálico, pero que el terminal de rejilla está situado en la base en lugar de ir en el capacete situado en la parte superior de la lámpara.

Ejemplo: 6K7 y 6SK7.

Cuando la S va al final, en algunas lámparas antiguas, indica que la lámpara está apantallada.

El último número indica el número de los electrodos conectados a las patillas del zócalo, cátodo, rejilla osciladora, ánodo oscilador, rejilla pantalla, rejilla moduladora y placa. La 2A5 tiene cinco electrodos; filamento, cátodo, rejilla, rejilla pantalla y placa. Otra rejilla adicional, la supresora, no tiene conexión al exterior, pues va conectada interiormente al cátodo, por lo que no se tiene en cuenta y se ha hecho figurar el 5 en lugar del 6.

Para distinguir las lámparas metálicas de las de vidrio, se emplea una letra colocada en último lugar, siendo su significado el siguiente:

M. Envoltura metálica; base octal.
G. Envoltura de vidrio; base octal.
GM. Ampolla de vidrio cubierta de metal; base octal.
GL. Envoltura y base de vidrio (Locktal).
ML. Envoltura y base metálicas (Locktal).
LM. Envoltura metálica y base octalox (Locktal).
LT. Envoltura de vidrio y base octalox (Locktal).
GT. Envoltura de vidrio con base octal (lámpara miniatura).

A título de ejemplo indicaremos algunos tipos de lámparas.

La lámpara 6R7 (doble diodotriodo) se construye en los tipos 6R7G con envoltura de cristal, 6R7GT con envoltura de cristal tipo miniatura, 6R7M con envoltura metálica y 6R7MG con ampolla de vidrio y cubierta de metal. Todas ellas con base octal.

Funcionamiento de las lámparas

El funcionamiento y aplicación de las lámparas depende del tipo de éstas, pero a excepción del diodo cuya única función es la rectificación de corrientes alternas y por tanto la detección, que no es sino una modalidad de la rectificación, todas pueden cumplir las funciones principales que son: la de amplificar, es decir, elevar la tensión aplicada a su rejilla de mando y la de oscilar, es decir, producir una corriente alterna.

Estudiaremos sucesivamente cómo se producen estas tres formas de funcionamiento de las lámparas termoiónicas.

La lámpara como rectificadora

Esta función se basa en el hecho de que en el interior de la lámpara el flujo de electrones, origen de la corriente de placa, solamente puede establecerse en el sentido cátodo-placa. La corriente de placa circula por el circuito exterior en el sentido placa-cátodo.

Admitido esto, es evidente que si en el circuito exterior de un generador de corrien-

te alterna G, que puede ser sustituido por la red de corriente alterna del alumbrado, intercalamos una lámpara diodo L, según se muestra en la fig. V-7, cuando la polaridad de la placa sea positiva, o sea en el semiperíodo positivo de la corriente alterna, circularán los electrones desprendidos por

cia, o número de impulsos por segundo, será igual a la de la corriente alterna del generador G.

En su aplicación a la alimentación de receptores de radio esta corriente "pulsatoria" no tiene utilidad, pues para la alimentación de las lámparas se requiere una tensión

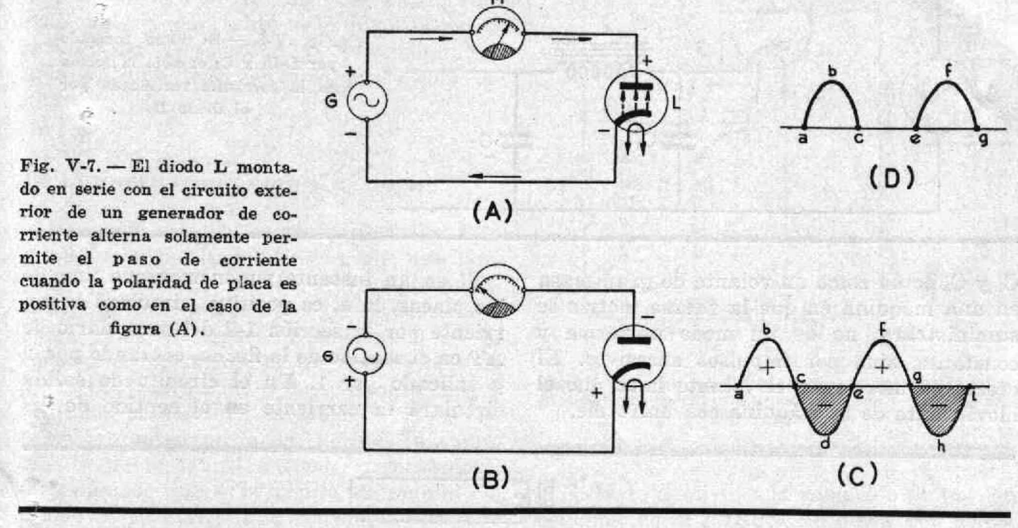


Fig. V-7. — El diodo L montado en serie con el circuito exterior de un generador de corriente alterna solamente permite el paso de corriente cuando la polaridad de placa es positiva como en el caso de la figura (A).

el cátodo en el interior del diodo, en el sentido de las flechas de puntos. El espacio comprendido entre el cátodo y la placa se hace conductor y el circuito exterior del generador no estará interrumpido, circulando la corriente en el sentido de las flechas de trazo continuo.

Por el contrario, cuando en el semiperíodo siguiente, el potencial aplicado a la placa sea negativo, fig. V-7 B, los electrones desprendidos por el cátodo no serán atraídos sino rechazados por la placa ya que las cargas eléctricas de los electrones y las de la placa son ambas negativas y el espacio comprendido entre ambos electrodos dejará de ser conductor, por lo que quedará interrumpido el circuito exterior del generador G y no habrá paso de corriente.

El resultado será el siguiente: Suponiendo representada la corriente alterna del generador G por una sucesión de semiperíodos positivos abc-efg (en blanco) y negativos cde-ghi (rayados) según la fig. V-7 (C) quedarán suprimidos en el circuito exterior los últimos y la corriente que circula por el mismo estará formada por impulsos de corriente de una sola dirección cuya frecuen-

"continua" como la suministrada por las pilas, cuyo valor es constante.

Pero existe un procedimiento de "aplanar" esta tensión ondulatoria convirtiéndola de "rizada" en "plana", que consiste en intercalar en el circuito exterior un filtro de baja frecuencia, formado por una bobina de gran impedancia L y dos condensadores electrolíticos C_1 y C_2 de elevada capacidad, según el montaje de la fig. V-8.

La tensión rectificada por el diodo D, que a la entrada del filtro tiene forma pulsatoria abc-efg, a la salida ha perdido su forma ondulada convirtiéndose en una tensión aplanada $a_1 - b_1 - c_1 - d_1$ similar a una tensión continua que sustituye a la suministrada por las pilas en la alimentación de los receptores.

Veamos el porqué de esta transformación. La bobina L, por su elevada impedancia se opone a las variaciones de amplitud de la tensión alterna, haciendo que su valor sea sensiblemente constante comprendido entre el valor nulo y el máximo que adquiere la tensión pulsatoria durante el semiperíodo positivo de la corriente alterna.

Los condensadores C_1 y C_2, por su parte,

se cargarán cuando circule la corriente rectificada por el diodo y se descargarán cuando se interrumpa esta corriente de los semiperíodos negativos del generador. El conjunto de la bobina L y los condensadores

El funcionamiento del circuito es el siguiente: Como a cada semiciclo cambia la polaridad del voltaje alterno de la red, ocurrirá igual con los voltajes aplicados a las placas de la rectificadora.

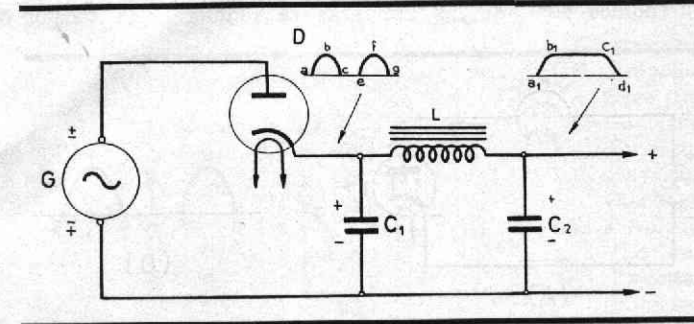


Fig. V-8. — El filtro formado por L-C_1 y C_2 cambia la forma de la corriente rectificada por el diodo D.

C_1 y C_2 actúa como un volante de gran masa en una máquina en que la fuerza motriz se suministrara, no de un modo uniforme y constante, sino por impulsos sucesivos. El efecto de inercia en el volante hará que el movimiento de la máquina sea uniforme.

Si en un instante suponemos que una de las placas, la *a*, es positiva, circulará la corriente por la sección 1-2 del secundario de AT en el sentido de la flecha, entrando por 2 y saliendo por 1. En el circuito de salida circulará la corriente en el sentido de las

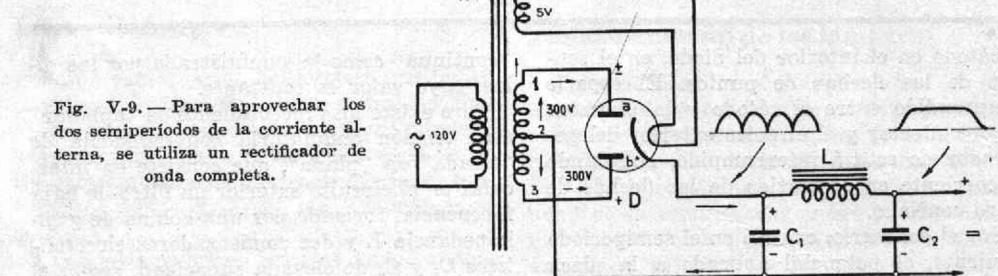


Fig. V-9. — Para aprovechar los dos semiperíodos de la corriente alterna, se utiliza un rectificador de onda completa.

Para que el efecto de rectificación sea más perfecto, se aprovechan los dos semiperíodos (positivo y negativo) de la corriente alterna, mediante los llamados rectificadores de "onda completa" cuyo montaje es el representado en la fig. V-9.

Un transformador T.A. cuyo primario es alimentado por la red de corriente alterna suministra la tensión de 5 V para calefacción del filamento de la lámpara rectificadora biplaca y mediante otro secundario de dos secciones, 1-2 y 2-3 300 V para la alimentación de cada una de las placas. El punto de unión de ambas secciones constituye el polo negativo de la corriente rectificada.

flechas, siendo positivo el conductor superior conectado al cátodo y negativo el superior, conectado al punto central del secundario.

Simultáneamente, la placa *b* tendrá polaridad negativa por lo que permanecerá inactiva la otra sección de la rectificadora. En resumen, durante este semiperíodo circulará por el exterior un impulso de corriente positivo.

En el semiperíodo siguiente trabajará como rectificadora la sección correspondiente a la placa *b* a la que se habrá aplicado una tensión positiva, permaneciendo inactiva la *a* puesto que estará polarizada negativamente. La corriente circulará en el sentido 2-3 en el secundario de A.T. y en el mismo

sentido que en el caso anterior en el circuito exterior, en el que seguirá siendo positivo el conductor conectado al cátodo y negativo el conectado al punto 2 del secundario, produciéndose otro impulso de corriente positiva, cuando en el rectificador de una sola placa no hubiera circulado corriente alguna.

En consecuencia, se duplicarán en este caso los impulsos de corriente que se hubieran producido en el caso del rectificador monoplaca y por tanto se duplica el rendimiento del rectificador y se consigue un aplanamiento más perfecto por medio del filtro.

La lámpara como amplificadora

Para esta función es necesario utilizar un triodo, tetrodo o pentodo, es decir, una lámpara que además del cátodo y la placa disponga de un control del flujo de electrones entre estos electrodos. Este control se ha conseguido por medio de un tercer electrodo o "rejilla" de mando o de control, a la que se aplica una tensión variable.

Ilustraremos con la fig. V-10 el funcionamiento de la lámpara como amplificadora. Supongamos que a la rejilla de mando del triodo T se aplica una tensión alterna de pequeño valor, 2 V por ejemplo.

Dada la proximidad entre la rejilla y el cátodo las pequeñas variaciones de tensión aplicadas a la primera producen el mismo

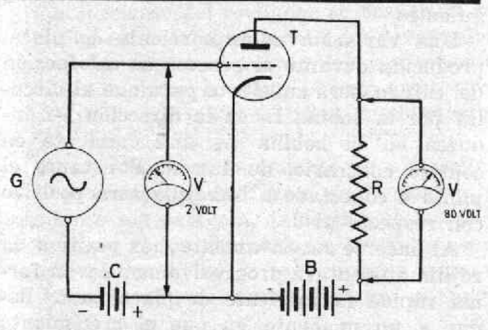


Fig. V-10. — Una pequeña tensión aplicada al circuito de rejilla, suministra una elevada tensión en el de placa.

resultado que variaciones mucho mayores en la alimentación de placa.

Si en el circuito de carga o sea el que une la placa y el cátodo a través de la batería B de placa, intercalamos una resistencia de alto valor, R_1, el voltaje disponible entre sus terminales será muchísimo mayor que el aplicado a la rejilla. En nuestro ejemplo suponemos que es de 80 V.

Por consiguiente el circuito representado en la fig. V-10 constituye un amplificador y

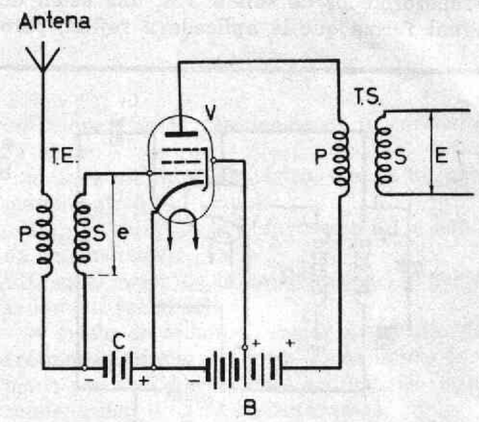


Fig. V-11. — La señal captada por la antena, de voltaje e, aparece en el circuito de placa con un voltaje mucho mayor E.

el cociente de dividir la variación de tensión obtenida en el circuito de placa por la correspondiente al circuito de rejilla es lo que se conoce por el nombre de *factor de amplificación* de la lámpara, que es un dato que figura en los manuales de lámparas entre las características de las mismas.

Los circuitos amplificadores sirven para amplificar tensiones tanto de baja como de alta frecuencia, por lo que se denominan amplificadores de R.F. y de B.F., utilizándose no solamente triodos, sino pentodos por ser más elevado en éstos el factor de amplificación.

La fig. V-11 muestra un amplificador de R.F. equipado con un pentodo V.

La señal captada por la antena atraviesa el primario P de la bobina de antena T.E. induciendo en el secundario S un pequeño voltaje *e* que es aplicado a la rejilla del pentodo amplificador. La batería C de reducido voltaje, suministra a la rejilla una tensión de polarización para que la lámpara se encuentre en las mejores condiciones de trabajo como amplificadora. La rejilla se conecta al polo negativo y el cátodo al positivo de la batería C.

Una batería de elevado voltaje B, cuyo polo + está conectado a la placa a través

del primario del transformador de salida, tiene una toma intermedia de menor voltaje para alimentar la rejilla pantalla y el polo conectado al cátodo, es decir, al polo + de la batería C.

La corriente de placa, alimentada por la batería B origina en el secundario S del transformador de salida T.S. una señal de igual forma que la aplicada a rejilla, pero de un voltaje E tantas veces mayor que la *e* como indica el número que expresa el factor de amplificación.

La lámpara como osciladora

Si en un amplificador de R.F. o de B.F. hacemos que parte de la potencia del circuito de placa se aplique a la rejilla, habremos formado un oscilador de R.F. o de B.F. según los valores de los elementos del circuito. Sobre este particular entraremos en detalles cuando estudiemos las características y funcionamiento de los circuitos oscilantes. La transferencia de potencia de placa a rejilla requiere el acoplamiento de ambos circuitos, que puede ser *magnético* o *capacitivo.*

Las oscilaciones se pueden producir de un modo espontáneo sin que sea necesario aplicar una energía exterior. Bastará con que se produzca una ligera variación de la tensión o de la corriente de placa, que puede producirse por el simple hecho de encender el filamento, ya que al iniciarse la calefacción del cátodo la corriente de placa es nula y va aumentando progresivamente hasta que el cátodo o el filamento adquieren su temperatura normal.

La fig. V-12 representa el circuito fundamental de un oscilador equipado con un triodo de caldeo indirecto V.

El acoplamiento entre los circuitos de placa y de rejilla se produce mediante las bobinas L_p (primario) y L_R (secundario) que forman un transformador. La batería de A.T. B alimenta el circuito de placa y para evitar que por el circuito de salida pueda circular la corriente continua suministrada por esta batería, se ha intercalado el condensador C_2 que corta esta corriente.

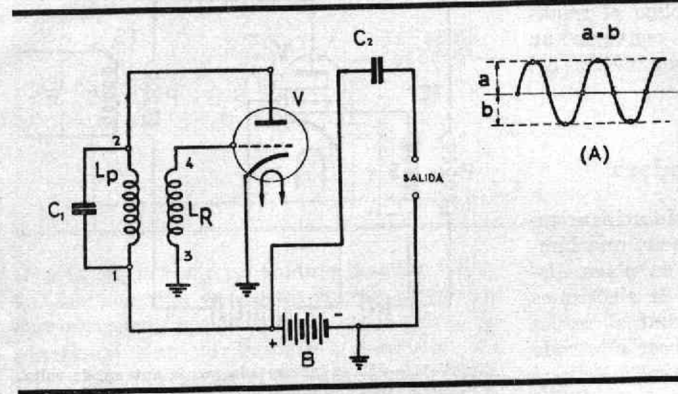


Fig. V-12. — Circuito fundamental de un oscilador: (A) Forma de la corriente de salida.

En paralelo con la bobina de placa L_p existe un condensador C_1. La inductancia de L_p y la capacidad del condensador C_1 son las que determinan la frecuencia del circuito oscilante L_p-C y por tanto la de la corriente suministrada por el oscilador.

El funcionamiento del circuito es el siguiente:

Una variación de la corriente de placa, producida durante el proceso de calefacción del cátodo, será suficiente para que al circular por la bobina L_p en la dirección 1-2 induzca en la bobina L_R una corriente en sentido contrario, de 4 a 3. Por tanto el punto 4 conectado a la rejilla será positivo con respecto al 3.

Al hacerse sucesivamente más positiva, la rejilla aumentará progresivamente y en forma rápida la corriente de placa hasta llegar a un momento en que el crecimiento es muy lento, y aquí terminaría este fenómeno si no existiese la acción del condensador que se habrá cargado al ir aumentando la diferencia de potencial entre 2 y 1, es decir, al aumentar la corriente de placa, pero se descarga devolviendo la carga almacenada en forma de corriente de sentido contrario, lo que hace que la rejilla vaya siendo cada vez más negativa por lo que la

corriente de placa habrá ido disminuyendo hasta llegar no solamente a anularse, sino a hacerse negativa y reducirse a cero.

Durante esta segunda parte se habrá vuelto a cargar el condensador C_1 y a descargarse a continuación, lo que hace que la rejilla vaya siendo cada vez más positiva y aumentando, en consecuencia, la corriente de placa, repitiéndose este ciclo sucesiva y periódicamente.

Este fenómeno de carga y descarga del condensador es lo que se conoce con el nombre de "oscilación" por tratarse de un fenómeno periódico similar al de la oscilación del péndulo al que se ha suministrado una energía inicial en forma de impulso. El efecto de la inercia hace que el péndulo no se detenga en su movimiento al pasar por la posición vertical, sino que la rebasa a uno y otro lado de la misma, disminuyendo la amplitud de su oscilación (amortiguándose) por la pérdida de energía que supone el rozamiento del aire y el del hilo con su punto de suspensión.

Fácil de comprender resulta que el péndulo de un reloj está oscilando con la misma amplitud indefinidamente, mientras se mantenga la transmisión de la energía almacenada en su cuerda, a través de su mecanismo de relojería.

Exactamente igual ocurre en el caso del oscilador. Las cargas y descargas del condensador C_1 irían disminuyendo en amplitud si no existiese la transmisión de potencial por parte de la batería de placa B.

La corriente del oscilador se transmite al circuito exterior conectado a los terminales marcados SALIDA, a través del condensador C_2 cuya finalidad es evitar el paso a este circuito de la corriente continua suministrada por la batería B.

El correcto funcionamiento de un oscilador requiere que la forma de la corriente oscilante sea perfecta, es decir, que las amplitudes *a* de los semiperíodos positivos sean iguales a las *b* de los semiperíodos negativos, según puede apreciarse en la figura V-12 (A).

Constitución y características de los circuitos oscilantes

Cuando la resistencia del circuito oscilante formado por una bobina L y un condensador C es muy pequeña comparada con el cociente de dividir la inductancia de la bobina expresada en henrios por la capacidad del condensador expresada en faradios, que es el caso de los circuitos oscilantes utilizados en radio, existe una fórmula muy sencilla que nos da el valor de la frecuencia de la corriente oscilante.

Esta fórmula es la siguiente:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

en la que f es la frecuencia de la corriente en ciclos.

π tiene un valor numérico, que es aproximadamente 3,14.

L es el valor de la inductancia de la bobina (en henrios).

C es el valor de la capacidad del condensador (en faradios).

A título de ejemplo, vamos a calcular la frecuencia propia del circuito oscilante formado por una bobina de 4 milihenrios y un condensador de 120 microfaradios.

Teniendo presente que 3 milihenrios equivalen a 0,003 henrios y 120 microfaradios a 0,000120 faradios y aplicando la fórmula anterior, tendremos que

$$f = \frac{1}{2 \times 3{,}14\sqrt{0{,}00000036}} =$$

$$= \frac{1}{6{,}28 \times 0{,}0006} = \frac{1}{0{,}0037} = 270 \text{ ciclos}$$

En este caso el oscilador es de B.F. pues hemos supuesto que el valor de la inductancia L y del condensador son muy grandes comparados con los normales en los circuitos de radio que son del orden de los microhenrios y los picofaradios respectivamente.

Si L tuviera el valor de 300 microhenrios conservando C su valor anterior de 120 picofaradios, el valor de la frecuencia sería de

$$f = \frac{1}{6{,}28\sqrt{0{,}000300 \times 0{,}000000000120}} =$$

$$= \frac{1}{0{,}0000012} = 833.000 \text{ ciclos equivalentes}$$

a 833 kilociclos.

Estos ligeros cálculos, han servido para darnos una idea de la dependencia que existe entre la frecuencia y las características del circuito oscilante (inductancia y capacidad).

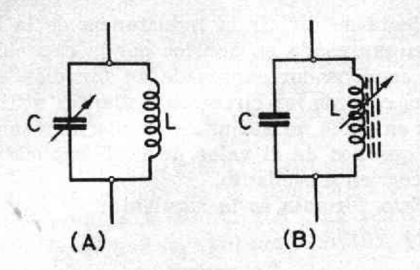


Fig. V-13. — Para sintonizar un circuito oscilante bastará variar la capacidad, mediante un condensador variable C, como en (A), o la inductancia de la bobina L, como en (B).

No obstante, para aclarar las ideas de los que deseen prescindir de fórmulas y cálculos matemáticos debemos recordar siempre que en un circuito oscilante la frecuencia de la oscilación, o "frecuencia de sintonía", será tanto mayor cuanto menores sean los valores de la inductancia y la capacidad, disminuyendo, a medida que aumentan estos valores.

Sintonía

De lo dicho anteriormente se deduce que si los valores de la inductancia de la bobina y la capacidad del condensador fueran fijos, el valor de la frecuencia de un circuito oscilante sería único, pero si puede variar uno de ellos o ambos simultáneamente, la frecuencia de oscilación o de "sintonía" puede adquirir muchísimos valores distintos.

En la práctica es suficiente con que varíe uno de ellos, generalmente la capacidad, aun cuando en muchos casos se hace variar la inductancia de la bobina por desplazamiento de su núcleo magnético, en cuyo caso el condensador es de capacidad constante.

Esta facilidad se aprovecha para "sintonizar" los circuitos oscilantes que han de trabajar a distintas frecuencias en los receptores de radio, tales como el circuito de entrada o de sintonía, cuya frecuencia ha de hacerse igual a la de la emisora que se desee recibir.

La fig. V-13 muestra en (A) un circuito de sintonía variable por variación de capacidad y en (B) por variación de inductancia.

LECCIÓN VI

LA RADIODIFUSIÓN

Antes de entrar en el estudio detallado de las diferentes partes de un receptor de radio y para ayudarnos a comprender la necesidad y funcionamiento de las mismas, convendrá que hagamos un ligero examen de las fases o proceso del funcionamiento de una emisora de radio, pasando revista a cada una de sus partes.

Objeto de la transmisión por medio de la radio

La telecomunicación o transmisión a distancia, tiene por objeto hacer llegar a un punto lejano la información procedente de otro punto.

Sería necesario extendernos demasiado para pasar revista a la gran variedad de recursos de que se ha valido el hombre para hacerse entender a través de la distancia.

Utilizando el fuego unas veces, otras los rayos de luz, las banderas, los movimientos de los brazos, e incluso la acción directa del hombre al desplazarse de un punto a otro, pudo conseguir que sus ideas y mensajes llegasen hasta las personas ausentes.

Para ceñirnos a nuestro objetivo nos limitaremos a estudiar cómo se puede conseguir por medio de la radio.

Podemos decir, simplemente, que bastaría traducir la información que deseamos transmitir en un fenómeno eléctrico capaz de propagarse a través del espacio comprendido entre el punto en que se transmite y el que se recibe dicha información.

La traducción de dicha información se verifica mediante un fenómeno inverso, es decir, se convierte el fenómeno eléctrico en otro similar al que ha producido el de la transmisión.

Para la transmisión por medio de la radio se utilizan dos métodos distintos: la radiotelegrafía y la radiofonía.

La primera utiliza como información el código Morse en el que las letras, cifras y signos están formados por la agrupación de señales cortas (puntos) y largas, de una duración triple que la de los puntos (rayas).

En la segunda la información tiene la forma de la palabra hablada o bien de sonidos, si lo que se trata de transmitir es la música, como en el caso de los programas de radiodifusión.

Elementos fundamentales de un emisor

Los principales elementos de que consta un emisor de radio son: el oscilador, el generador de señales de baja frecuencia, el modulador y la antena.

El oscilador, cuyo funcionamiento hemos estudiado ya, es el que produce las corrientes de radiofrecuencia, es decir, una corriente de frecuencia muy elevada y de amplitud constante.

El generador de señales de baja frecuencia es, en el caso de la radiotelegrafía, el manipulador que permite o interrumpe el paso hacia la antena de las corrientes de radiofrecuencia producidas por el oscilador, de acuerdo con el código de señales, por ejemplo, el de Morse. En el caso de la radiotelefonía es el micrófono, ante el que se habla o se producen los sonidos que han de ser transmitidos a distancia.

El modulador es el dispositivo que tiene por objeto modificar la forma de la señal de radiofrecuencia, denominada "onda portadora", de acuerdo con el ritmo de las señales a transmitir.

La antena es el elemento que excitado por las señales producidas en el emisor transmite al espacio o medio de transmisión, las ondas electromagnéticas que han de ser captadas por el receptor.

Cuando estudiamos las funciones que puede desempeñar la lámpara termoiónica, aprendimos que una lámpara, asociada a una bobina y un condensador era capaz de

producir una corriente alterna cuya frecuencia dependía de la autoinducción de la bobina y de la capacidad del condensador.

Para las aplicaciones en la emisión esta frecuencia es muy elevada, del orden de las centenas o millares de kilociclos.

Merece la pena que al enfrentarnos con el generador de señales de baja frecuencia utilizado en radiotelefonía, hagamos un ligero análisis del mecanismo y proceso de la forma de producirse y propagarse el sonido a través del espacio.

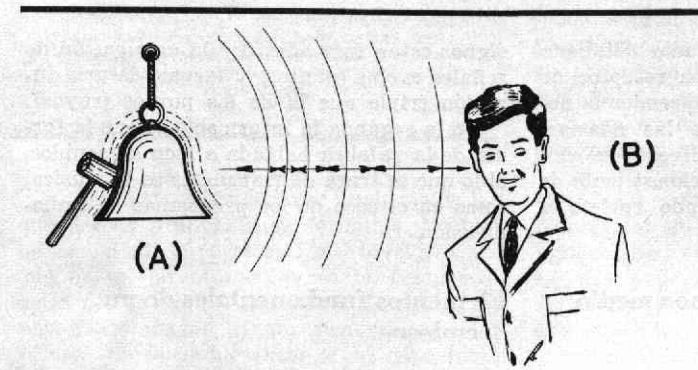


Fig. VI-1. — Las vibraciones del aire comprendido entre (A) y (B) en forma de ondas sonoras, hacen llegar hasta el observador el sonido producido a distancia.

Las ondas sonoras

El sentido del tacto nos permite comprobar directamente, es decir, por contacto, las características externas de los cuerpos, tales como su dureza, su temperatura, su grado de humedad, etc., pero los sentidos de la vista y el oído nos permiten percibir a distancia un paisaje, un foco luminoso, un sonido, la palabra.

En el primer caso la sensación se ha transmitido a nuestros sentidos sin intervención de medio alguno de transmisión. En el caso de la vista y el oído el caso es diferente. Para salvar la distancia entre el foco de producción de la luz o del sonido y el observador, es necesario que se produzca algún fenómeno, que exista algún mecanismo que sirva de conexión entre dicho foco y nuestros sentidos.

En el caso de la transmisión del sonido, que es el que nos interesa, este fenómeno es la propagación de las "ondas sonoras".

Si golpeamos un objeto metálico, una campana por ejemplo, por efecto del golpe recibido la campana vibrará. Esta vibración se transmite a las capas de aire que la rodean en las que se producirá un movimiento de vaivén o movimiento vibratorio, que se transmitirá a las capas próximas y de éstas a las que están a mayor distancia hasta llegar al punto en que se encuentra el observador, en donde impresionarán su oído que traducirá estas vibraciones en un sonido.

Las ondas sonoras se propagan en todos los sentidos desde el punto en que se ha producido el sonido bajo forma de ondas esféricas, por lo que se comprende que al tener que repartirse el efecto en superficies cada vez mayores, este efecto irá disminuyendo en intensidad a medida que aumenta la distancia entre el origen del sonido y el punto de observación y así se comprende que si esta distancia aumenta progresivamente, la sensación de sonido irá disminuyendo rápidamente hasta llegar a un punto en que no oiremos nada.

La fig. VI-1 nos muestra gráficamente el proceso de la creación y transmisión de las ondas sonoras.

El micrófono

En su forma inicial consiste en un dispositivo capaz de hacer variar la resistencia del circuito en el que está intercalado, de acuerdo con las variaciones de presión producidas por las ondas sonoras.

En esencia, está constituido por un recipiente metálico CD en cuyo interior se han depositado gránulos de carbón (fig. VI-2).

A modo de tapa y aislado del recipiente, se dispone una lámina metálica o de carbón que constituye la parte anterior del micrófono, sobre la que inciden las ondas sonoras

producidas por el sonido o las palabras originadas ante aquél.

Según se indicó anteriormente, las ondas sonoras hacen vibrar el aire que está en contacto con la lámina AB, vibración que se transmite a ésta que se curvará hacia la parte anterior y posterior de su posición de reposo **AB.**

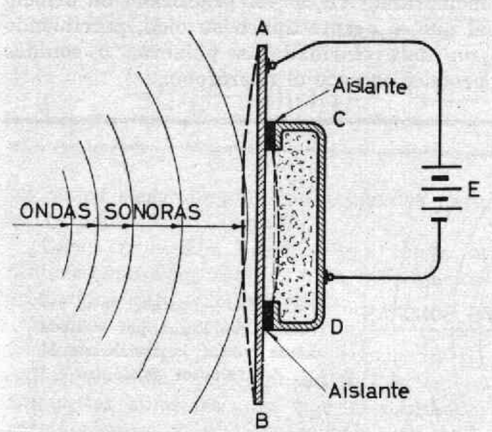


Fig. VI-2. — La variación de presión de los granos de carbón modifica la resistencia del circuito.

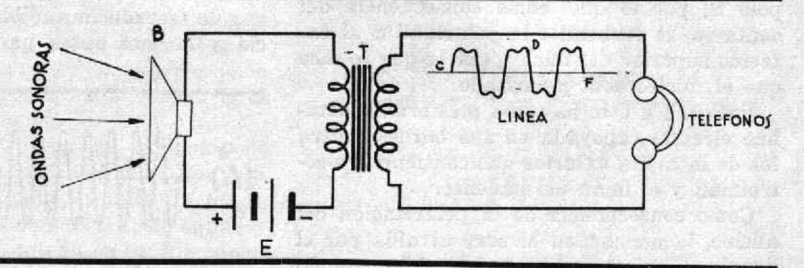


Fig. VI-3. — Para vencer la resistencia eléctrica de la línea, se emplea un transformador elevador de tensión.

Por consiguiente al comprimir más o menos los granos de carbón encerrados en la cajita CD hará que su contacto sea más o menos perfecto. Estas variaciones de contacto se traducen en variaciones de resistencia de la masa discontinua comprendida entre la caja exterior CD y su tapa AB.

Si conectamos a éstas los polos + y — de una batería E circulará una corriente que será de intensidad constante cuando la lámina AB esté en reposo, es decir, cuando no sea accionada por las ondas sonoras en los momentos de silencio, pero que variará cuando la lámina AB vibre bajo la acción de dichas ondas cuando se habla o se produce un sonido ante el micrófono.

En la práctica y con objeto de concentrar las ondas sonoras hacia la lámina vibrante del micrófono M, se adosa a la parte anterior de éste, una pequeña bocina o embocadura B.

En los circuitos telefónicos existe una cierta distancia entre el micrófono o persona que habla y el teléfono o receptor de las corrientes microfónicas asociado a la persona que escucha. Entre ambos lugares debe disponerse de un circuito metálico o línea que dada su longitud tendrá una resistencia eléctrica apreciable.

Para que la corriente que llegue al receptor tenga la suficiente intensidad para accionar el teléfono es necesario que el voltaje en el extremo emisor sea algo elevado. Para conseguirlo se establece la conexión entre el micrófono y el receptor a través de un transformador elevador de tensión T (figura VI-3), cuyo primario, formado por unas pocas espiras se conecta en serie con la batería E y el micrófono, y el secundario, cuyo número de espiras es mucho mayor, se conecta en serie con la línea y los teléfonos.

Pudiera parecer extraño que se conecte un transformador a un circuito alimentado por un generador de corriente continua, como es la batería E, pero no debemos olvidar que la inserción del micrófono, que no es sino una resistencia variable hace que la corriente que circula por el primario sea una corriente variable que produce un flujo magnético variable y por tanto otra corriente de intensidad variable en el secundario, representada por la curva CDF.

El receptor telefónico

Es un dispositivo que tiene por objeto transformar la corriente que, procedente del

micrófono se transmite a la línea, en ondas sonoras que al impresionar nuestros oídos nos proporcionan la sensación de percibir la palabra o los sonidos originados ante el micrófono.

El teléfono o receptor telefónico consiste, en esencia, en un pequeño electroimán cuyo núcleo está polarizado por medio de un imán permanente de tamaño reducido N.S.

del aire, que reproducirán fielmente las creadas ante el micrófono por los sonidos emitidos ante el mismo.

Con objeto de canalizar convenientemente estas ondas, en la cubierta aislante de la membrana, AB, se ha practicado un orificio al que el oyente aplica su oído, percibiendo con toda claridad las palabras o sonidos producidos ante el micrófono.

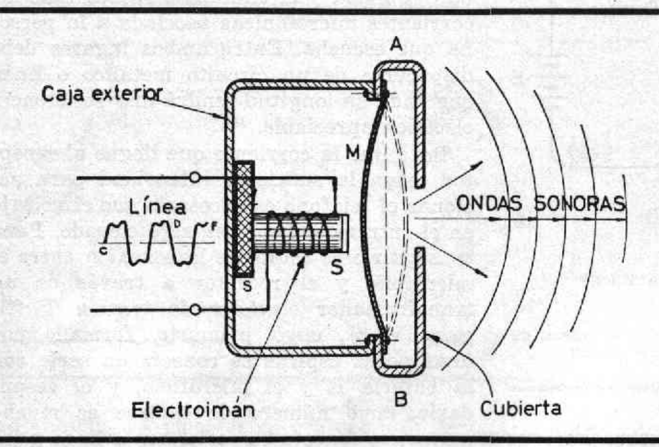


Fig. VI-4. — Las corrientes variables que llegan por la línea hacen vibrar la membrana M del receptor telefónico.

El núcleo de hierro del electroimán se fija sobre el imán en la proximidad de uno de sus polos, en el caso de la fig. VI-4, el polo S, por lo que, como consecuencia del contacto, se transmite la polaridad S al extremo superior del núcleo, por lo que se dice que el núcleo está polarizado.

Próxima a éste hay una membrana metálica circular, apoyada en sus bordes contra los de la cajita exterior que contiene el electroimán y el imán permanente.

Como consecuencia de la polarización del núcleo, la membrana M será atraída por el mismo, curvándose hacia el interior cuando no pasa corriente procedente de la línea a la que está conectado el electroimán, o bobina del receptor.

Cuando llega la corriente variable representada por la curva CDF, según su sentido y su intensidad, reforzará en unos casos la acción atractiva del núcleo de la bobina y en otros la debilitará. Como la membrana es de muy pequeño espesor y elástica adoptará posiciones tales como las marcadas por líneas de puntos, lo que equivale a decir que vibrará y esta vibración seguirá el ritmo de las variaciones de la corriente originadas en el micrófono, produciéndose ondas sonoras, consecuencia del movimiento vibratorio

El modulador

Las corrientes originadas por el micrófono son de frecuencia audible o de baja frecuencia y no son aptas para la producción de

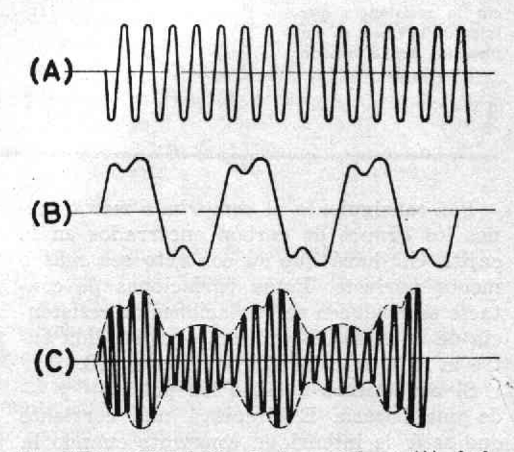


Fig. VI-5. — Modulación de la portadora: (A) Onda portadora de R.F. y amplitud constante; (B) Onda de B.F. procedente del micrófono; (C) Onda portadora modulada.

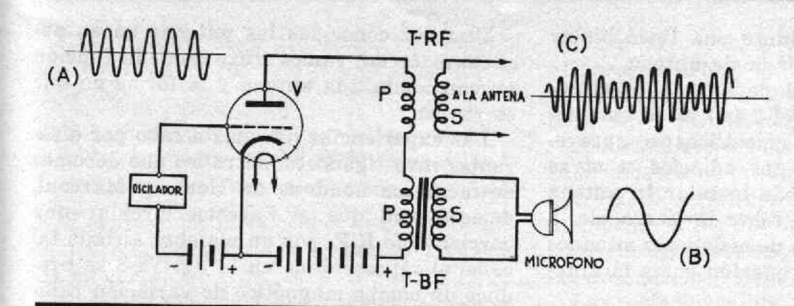


Fig. VI-6. — Circuito empleado para la modulación de la onda portadora o superposición de la onda de audiofrecuencia (B) a la portadora (A). En el circuito de antena aparece la onda modulada (C).

las ondas electromagnéticas utilizadas para las transmisiones por radio.

¿Cómo podremos hacer llegar hasta el radiorreceptor los sonidos o la información producidos ante el micrófono?

Mediante un proceso que consiste en incorporar o superponer a las corrientes de radiofrecuencia, de amplitud y frecuencia constantes suministradas por el oscilador, las corrientes de audiofrecuencia que aparecen a la salida del circuito microfónico.

En la figura VI-5 se representan:

En (A), la corriente de R.F. o portadora, que es la suministrada por el oscilador.

En (B), la corriente de audiofrecuencia suministrada por el micrófono y finalmente, en (C) el resultado de la superposición de las dos corrientes representadas en (A) y (B).

Esta corriente u onda resultante se denomina "onda modulada" que es la que se propaga por el espacio en todas direcciones.

El circuito que permite la superposición de las ondas de R.F. y de audiofrecuencia es el representado en la fig. VI-6.

La corriente de salida del oscilador de R.F. se aplica a la rejilla de la lámpara amplificadora V en cuyo circuito de placa, a más del transformador T.R.F. de salida y acoplamiento con la antena se ha introducido el secundario S del transformador de baja frecuencia T.B.F.

La señal aplicada a la rejilla es la que hemos denominado "onda portadora" y está representada en (A). La que aparece en el secundario S del transformador T.B.F. por la acción del micrófono es la representada en (B) y la que aparece en el secundario del transformador T.R.F. o bobina de antena es la onda portadora modulada, representada en (C).

La antena

En su forma más elemental, consiste en una determinada longitud de hilo conductor, tendido generalmente en posición horizontal a varios metros de altura sobre el suelo y totalmente aislado, a la que se aplica la corriente portadora ya modulada, mediante un acoplamiento adecuado con el paso de salida del emisor, según se representa en la figura VI-6.

La unión entre la antena y el emisor se realiza por medio de un conductor aislado

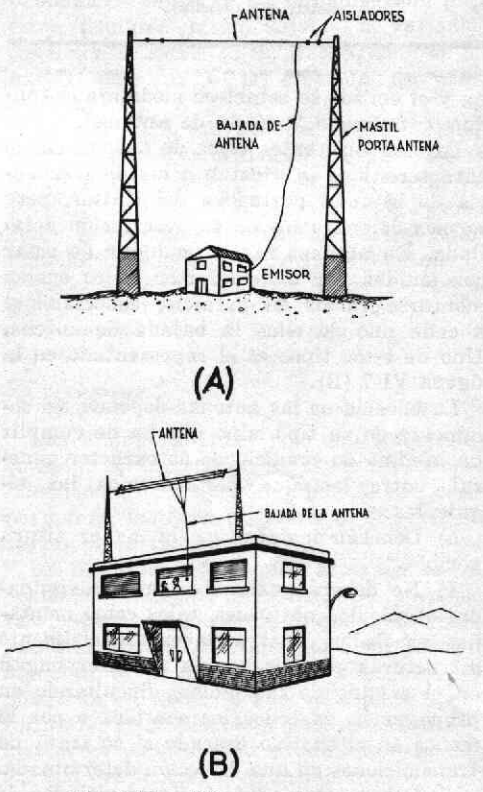


Fig. VI-7. — Diferentes tipos de antenas de emisión.

o en otros casos mediante una línea bifilar que se denomina "bajada de antena".

Este tipo elemental de antena es el representado en la fig. VI-7 (A) en la que mediante dos columnas metálicas o aprovechando la altura de los edificios u otras construcciones, se puede instalar la antena a la suficiente altura sobre la tierra, de la que se aísla por medio de aisladores situados en sus extremos. La conexión entre la antena y el emisor se establece mediante el conductor marcado "bajada de antena".

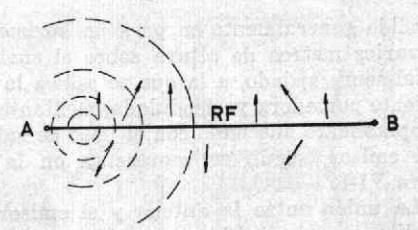


Fig. VI-8. — La antena recorrida por las corrientes de R.F. producen el desplazamiento vibratorio de los electrones (flechas) y las ondas electromagnéticas (círculos concéntricos de trazos).

Existen diferentes tipos de antena cuyas características se ajustan a las de frecuencia de la onda portadora del emisor, pero no nos detendremos en su descripción detallada. En algunos casos, en lugar de estar construidas por un conductor único suelen montarse varias en paralelo, conectándose a cada uno de ellos la bajada de antena. Uno de estos tipos es el representado en la figura VI-7 (B).

La eficacia de las antenas depende, no solamente de su tipo, sino que ha de cumplir un mínimo de condiciones de carácter general, entre las que destacaremos las siguientes:

a) Deberán instalarse a la mayor altura posible.

b) No deberán existir en sus proximidades obstáculos naturales, tales como montañas, arboledas, construcciones, especialmente estructuras metálicas, que se interpongan en el camino de las ondas, dificultando su propagación en todos los sentidos o por lo menos en el sentido deseado si se trata de transmisiones en una dirección determinada.

c) Deben estar perfectamente aisladas de la tierra, así como de conductores de transporte de energía eléctrica.

Una vez conocidas las antenas en su aspecto material, vamos a examinar la función encomendada a la antena y la forma en que se realiza.

Las experiencias llevadas a cabo por diferentes investigadores, entre los que debemos destacar los nombres de Hertz y Marconi, demostraron que si hacemos circular una corriente de R.F. por un alambre aislado tal como el representado en la fig. VI-8 se produce un campo magnético de variación rapidísima que da lugar a un movimiento vibratorio de electrones, que se propaga en todas direcciones a través de los átomos del aire con una velocidad equivalente a la de la propagación de la luz, es decir, 300.000 km. por segundo.

Este fenómeno vibratorio es el que, en su propagación en el espacio, ha recibido el nombre de *onda electromagnética* u *onda de radio* y su frecuencia e intensidad corresponden a la de la corriente que la origina.

La producción y propagación de las ondas de radio pueden asimilarse a la de las ondas sonoras, diferenciándose de éstas en la frecuencia de la vibración ya que éstas son de baja frecuencia y aquéllas de frecuencia muy elevada.

La antena sustituye a la campana u objeto metálico que hacíamos vibrar mediante un choque de tipo mecánico. La antena es el origen de vibraciones eléctricas producidas por un choque o excitación eléctrica por la aplicación a la misma de la corriente portadora. En el caso de la campana su vibración se transmite a las capas de aire que la rodean en forma de ondas sonoras. La antena origina las ondas electromagnéticas como resultado del movimiento vibratorio de los electrones.

Al tratar de las antenas de emisión encontraremos a menudo el término "longitud de onda" cuyo significado importa conocer.

Conocida la frecuencia de la onda portadora o frecuencia de trabajo de una emisora, podemos deducir inmediatamente la longitud de onda correspondiente dividiendo la velocidad de propagación (300.000 km.) por la frecuencia.

$$\text{Longitud de onda} = \frac{\text{vel. de propagación}}{\text{frecuencia}}$$

Si expresamos la velocidad de propagación en kilómetros y la frecuencia en kilociclos, la longitud de onda vendrá expresada en metros.

Una emisora cuya frecuencia de trabajo sea de 1.000 Kc/s. tendrá una longitud de onda de

$$\frac{300.000}{1.000} = 300 \text{ metros.}$$

Si expresamos la velocidad de propagación en metros, deberemos expresar la frecuencia en ciclos.

Mediante experiencias relacionadas con la propagación de las ondas de radio, se demostró que su alcance dependía de su frecuencia, siendo mayor a medida que aumenta ésta, si bien es cierto que las frecuencias menores, a las que corresponde una longitud de onda mayor, están menos afectadas en su propagación por los obstáculos naturales que puedan interponerse en su camino, tales como montañas, edificios, estructuras metálicas, etc., por lo que la propagación a grandes distancias requiere frecuencias elevadísimas pero es necesario que no exista ningún obstáculo material entre la antena emisora y el receptor. Esto se expresa diciendo que existe visibilidad o línea óptica entre ambos puntos.

Por consiguiente, la asignación de frecuencias se realiza de acuerdo con la distancia que se pretende cubrir.

Así, para distancias de unos centenares de kilómetros se pueden utilizar frecuencias del orden de centenas de Kc/s. y las ondas correspondientes reciben el nombre de *ondas largas.*

Para distancias de varios miles de kilómetros resultan poco adecuadas las ondas largas, empleándose frecuencias del orden de los 1.000 Kc/s. aproximadamente, entre 600 y 1.800 Kc/s. Las ondas correspondientes se denominan *ondas medias* y hasta hace poco tiempo se empleaban casi exclusivamente en el servicio de transmisión de programas, o radiodifusión.

Posteriormente han podido cubrirse distancias mucho mayores mediante el empleo de frecuencia del orden de los Mc/s. que corresponden a las *ondas cortas* y *ultra cortas.*

Esta clase de ondas se utilizan con gran profusión en multitud de servicios tales como la radiodifusión, comunicaciones a larga distancia, televisión y otras muchas aplicaciones modernas de la radio.

Con objeto de que las ondas emitidas por unas emisoras no sean perturbadas por las de otras emisoras próximas, deberán trabajar con frecuencias diferentes, ya que en estas condiciones, según veremos más adelante, pueden los aparatos receptores recibir la emisión que deseen, prescindiendo de las restantes. La adopción de la frecuencia de cada emisora no es una cosa voluntaria, sino que ha de sujetarse a la frecuencia que, atendiendo a las disponibilidades fijadas por un organismo internacional, es asignada por las autoridades competentes de cada nación.

Las estaciones de radiodifusión emiten con frecuencias y longitudes de onda comprendidas dentro de las gamas siguientes:

Gama de ondas "ultracortas": de 1 a 5 metros.

Gama de ondas "cortas": de 10 a 50 m.

Gama de ondas "medias": de 190 a 550 metros.

Gama de ondas "largas": de 1.000 a 2.000 metros.

Los cuadrantes de sintonía de los receptores de radio llevan escalas en los que es corriente ver marcados los nombres de las principales emisoras de radiodifusión, pero estos nombres están sujetos a variación como consecuencia de la desaparición de algunas emisoras o la creación de otras nuevas.

Resulta más conveniente que estos cuadrantes estén graduados en frecuencia o en longitudes de onda, pues de esta forma resultará fácil localizar la sintonía aproximada correspondiente a una emisora determinada cuando se conoce la frecuencia de trabajo o la longitud de onda correspondiente.

El receptor

Las ondas radiadas por una antena de emisión, se transmiten en todas direcciones llevando en sí, mediante la modulación de la portadora, las características de los sonidos objeto de la transmisión.

La posibilidad de captar estas ondas depende, no solamente de la distancia que separa el emisor del receptor, ya que estas ondas van decreciendo en intensidad a medida que aumenta la distancia, sino de que se disponga de un elemento adecuado para transformarlas en corrientes eléctricas y transformarlas en sonidos que reproduzcan fielmente los que originaron la transmisión.

Estas funciones las cumple el conjunto formado por la antena o colector de ondas y el receptor de radio conectado a la misma.

La antena receptora. — Excepto en sus dimensiones y detalles de construcción la antena receptora es, en pequeño, similar a la de emisión.

Ni la función que le está asignada, ni la potencia eléctrica puesta en juego en las antenas de recepción, tienen la importancia de las que corresponden a las antenas de recepción.

Como éstas, pueden estar formadas por uno o más hilos tendidos horizontalmente.

Este tipo de antenas es de dimensiones y altura variables que dependen de las facilidades disponibles para su construcción.

En general suelen instalarse en las azoteas o parte superior del edificio en el que habita el usuario y en este caso se denominan antenas exteriores.

Para su construcción se utilizan mástiles de madera o metálicos de altura variable, según las posibilidades de cada caso particular, cuya estabilidad se garantiza por un sistema de "vientos". El conductor empleado suele ser en muchos casos el llamado *cable de antena* formado por un hilo o alma de acero recubierto por un trenzado de hilo de cobre de un diámetro de décimas o centésimas de milímetro.

El alma de acero tiene por objeto aumentar su resistencia mecánica, y el trenzado de cobre aumentar su conductibilidad, aprovechando el hecho de que las corrientes de radiofrecuencia, como son las que circulan por las antenas, tienden a propagarse casi exclusivamente por la superficie, en virtud de un fenómeno denominado *efecto pelicular*. La parte interior del conductor no se aprovecha a los efectos de propagación.

En estas condiciones, el conductor actúa como si se tratase de un tubo de pequeño espesor, por lo que la sección útil es mucho menor que en el caso de que la corriente fuese continua o de baja frecuencia.

De aquí se deduce inmediatamente el concepto de *resistencia a la radiofrecuencia* que es mayor, lógicamente, que la corriente continua.

Cuando en los grandes edificios aumenta excesivamente el número de antenas exteriores instaladas en su azotea o tejado, se crea una situación que dificulta, no solamente la instalación de otras nuevas, sino que resulta perjudicial desde el punto de vista de la recepción.

Se puede salvar esta dificultad mediante la instalación de las llamadas *antenas colectivas* que como su nombre lo indica, pueden conectarse a varios receptores simultáneamente.

Por sustituir a varias antenas individuales, dispondrán, no solamente de un espacio mucho mayor para su instalación, sino que sus características físicas y eléctricas podrán ser mucho mayores ya que los gastos de instalación que habrían de repartirse entre varias antenas individuales, pueden dedicarse a esta antena única.

Como las señales captadas por este tipo de antenas han de repartirse entre varios receptores, se intercala entre la antena y la línea de alimentación de éstos, o conductor de antena de onda receptor, un amplificador de radiofrecuencia, que eleva el nivel de la señal captada por la antena.

En las antenas exteriores receptoras deben cumplirse las mismas condiciones que en las de emisión. Si cabe con mayor rigor, ya que las ondas que han de captar tienen una intensidad pequeñísima, por lo que será muy apreciable el efecto perturbador de los obstáculos naturales o artificiales interpuesto en el lugar de su instalación.

De un modo especial ha de separarse la antena receptora, así como su bajada hasta el receptor, de las líneas de conducción eléctrica, de los cables del tranvía o ferrocarriles eléctricos, motores, instalaciones de iluminación fluorescente y en general de toda corriente alterna capaz de crear en las proximidades de la antena campos magnéticos que por razón de su intensidad, que en todos los casos podrá ser superior al de las ondas electromagnéticas que hayan de ser captadas por la antena, serán un origen de perturbación de la recepción.

Existen muchos casos en que por razones económicas o por dificultades de instalación, se prescinde de la construcción de una antena exterior sustituyéndola por una "antena interior", por estar instalada en el interior de la vivienda del usuario.

En esta clase de antenas podemos distinguir dos tipos: En uno de ellos la antena está formada por uno o más hilos convenientemente aislados que por su colocación nos recuerdan a las antenas exteriores y son soportados a pequeña distancia del techo por medio de ganchos de fijación dispuestos en las paredes o bien un hilo conductor arrollado en espiral para aumentar su longitud y adaptarla según la tensión a que se someta, a la separación de los soportes de fijación.

El segundo tipo es el conocido por antena

de cuadro, cuyas dimensiones y forma son variables pero que pueden ser referidas al representado en la fig. VI-9 (A).

Está formada por un armazón de madera en forma de cruz con brazos iguales, sobre los que se fijan pequeños clavitos para dar la forma rectangular o rómbica a su arrollamiento que está constituido por una o dos decenas de espiras de hilo de cobre aislado.

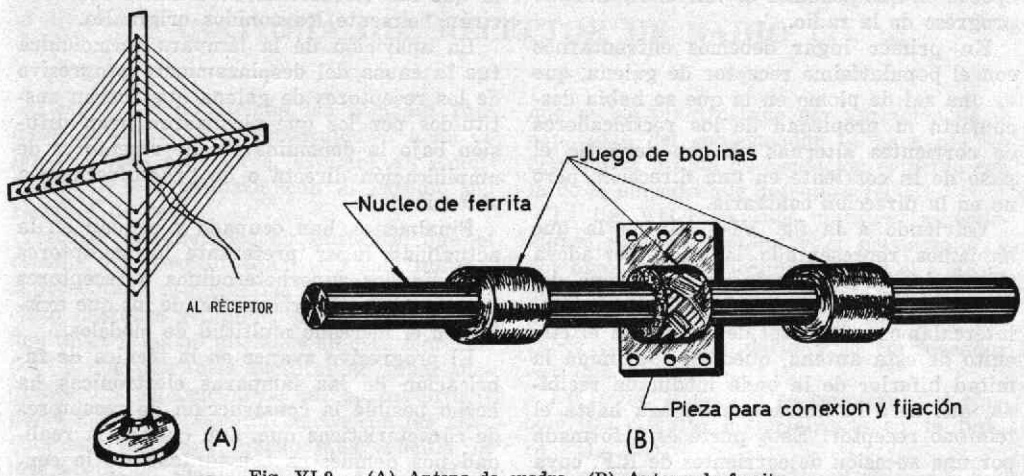


Fig. VI-9. — (A) Antena de cuadro. (B) Antena de ferrita.

El principio y el fin del arrollamiento está unido a dos terminales de conexión de los que parten los dos hilos de conexión que han de terminar en los conectores de "antena" y "tierra" del receptor.

Este tipo de antena es mucho menos eficaz que el de antena exterior, por ser menor su altura y su superficie útil, pero tiene sobre ésta la ventaja de su "directividad" que es la propiedad de recibir con mayor intensidad las señales de radio procedentes de la emisora cuya dirección con relación al receptor coincide con la dirección o el plano de la antena de cuadro.

Por esta razón las antenas de cuadro son fácilmente orientables en la dirección necesaria por medio de un giro sobre su eje soportado por la peana de la antena.

De esta propiedad se deduce una ventaja inmediata: la de poder separar la emisora preferida de otras que serían perturbadoras si se utilizase una antena exterior con aparatos que no posean una gran selectividad.

Otra de las ventajas de las antenas de cuadro es la eliminación o reducción de ruidos y zumbidos producidos por inducción de las redes de corriente industrial, motores, aparatos electrodomésticos y otros que originan campos eléctricos perturbadores en las proximidades del receptor.

Cuando las dimensiones de la antena de cuadro lo requieren, es necesario instalarlas fuera del receptor. A medida que la sensibilidad de los receptores ha ido aumentando se hizo posible utilizar antenas de menor eficacia, lo que permitió reducir sus dimensiones considerablemente, hasta el punto de ir montadas en los aparatos portátiles, en el interior de los mismos.

Recientemente y como consecuencia del descubrimiento de algunos materiales magnéticos tales como la ferrita, el ferroxcube y otros similares, ha sido posible la fabricación de antenas incorporadas a los receptores, tanto portátiles como fijos.

Este tipo de antenas conocidas con el nombre genérico de "antena de ferrita" consiste en un núcleo cilíndrico de este u otro material magnético, sobre el que van devanadas las bobinas asociadas a los circuitos de antena y sintonía del receptor. Así como las antenas de cuadro, su selectividad y eficacia dependen de la orientación.

Su aspecto exterior es el representado en la fig. VI-9 (B). En algunos casos la antena va montada sobre un soporte giratorio accionado por un mando exterior que facilita su orientación sin que sea necesario modificar la posición del receptor.

El receptor de radio. — Dejando para otro momento el estudio detallado de las diferentes partes en que, para facilitar su descripción, puede considerarse dividido el receptor de radio, en este momento nos limitaremos a pasar una ligerísima revista a los tipos más destacados en las diferentes épocas en que podemos dividir el rapidísimo progreso de la radio.

En primer lugar debemos enfrentarnos con el popularísimo receptor de galena, que es una sal de plomo en la que se había descubierto la propiedad de los rectificadores de corrientes alternas ya que permitía el paso de la corriente en una dirección, pero no en la dirección contraria.

Volviendo a la fig. VI-5 (C) en la que habíamos representado la onda portadora modulada, tal como sale por la antena del emisor y es captada por la del receptor, si intercalamos un cristal de galena en el circuito de esta antena, quedará suprimida la mitad inferior de la onda modulada recibida, que será la única que llegará hasta el teléfono receptor. Esta parte está formada por una sucesión de corrientes de R.F. cuya intensidad varía de acuerdo con la señal de B.F. procedente del circuito microfónico, que es la que representábamos en la figura VI-5 (B).

Pero la membrana metálica del teléfono, que es la que con sus vibraciones reproduce los sonidos originales, no puede vibrar con una frecuencia tan alta como la que corresponde a la onda portadora, sino que sigue el ritmo de sus variaciones de intensidad representadas por las de la señal de B.F., por lo que las vibraciones resultantes reproducirán fielmente los sonidos originales.

La aparición de la lámpara termoiónica fue la causa del desplazamiento progresivo de los receptores de galena que fueron sustituidos por los que alcanzaron gran difusión bajo la denominación de receptores de amplificación directa o de "radiofrecuencia sintonizada".

Finalmente, han ocupado y ocupan en la actualidad lugar preferente los receptores denominados superheterodinos o receptores de conversión de frecuencia, de los que existen en el mercado multitud de modelos.

El progresivo avance en la técnica de fabricación de las lámparas electrónicas ha hecho posible la construcción de receptores de características que, aun cuando la realidad nos demuestre constantemente lo contrario, parecen difíciles de superar.

Pero, del análisis detallado de los receptores equipados con lámparas nos ocuparemos en la lección siguiente.

LECCIÓN VII

ANATOMÍA DEL RECEPTOR DE RADIO (I)

Después de adquiridas las nociones fundamentales que han constituido el tema de las lecciones anteriores, estamos en condiciones de enfrentarnos con el estudio del receptor de radio.

Hemos considerado, no obstante, que el estudio del receptor como una sola unidad, representada esquemáticamente por un circuito bastante complejo, podría ofrecer dificultades a los no iniciados en esta materia, por lo que deseamos facilitar su labor mediante una separación de sus partes principales y una vez familiarizados con las mismas nos resultará mucho más sencilla la interpretación del conjunto y su conexión, es decir, del aparato receptor completo.

En este estudio fraccionado seguiremos el orden en que se conectan las diferentes partes, partiendo del circuito de entrada y terminando por el altavoz.

Circuito de entrada

Está constituido por un transformador de R.F. cuyo primario P está conectado a la antena, denominándose por esta razón "bobina de antena" y el secundario S, que tiene montado en paralelo un condensador variable, que constituyen un circuito oscilante que puede ser ajustado por variación de la capacidad del condensador C, para que su frecuencia propia de oscilación coincida con la de la emisora que deseamos recibir.

La fig. VII-1 (A) nos muestra las conexiones entre la antena y el primario P y por otra parte, el secundario S y el condensador variable C. El circuito de rejilla de la primera lámpara del receptor, queda en paralelo con el secundario y el condensador variable.

En la fig. VII-1 (B) se representa el símbolo del circuito materializado en la figura VII-1 (A).

Como sabemos, la señal captada por la antena y aplicada al primario P desarrolla en el secundario S una tensión inducida de la misma frecuencia *f*, que adquirirá un valor máximo cuando la inductancia de la bobina S y la capacidad del condensador C sean tales que hagan que la frecuencia de oscilación del circuito oscilante formado por S y por C en paralelo sean igual a la frecuencia *f* de la señal captada por la antena. Esto puede conseguirse por variación de la capacidad C y he aquí la razón de que en lugar de ir probando diferentes capacidades fijas, se emplea un condensador variable, cuya capacidad puede variarse muy cómodamente entre límites bastante amplios.

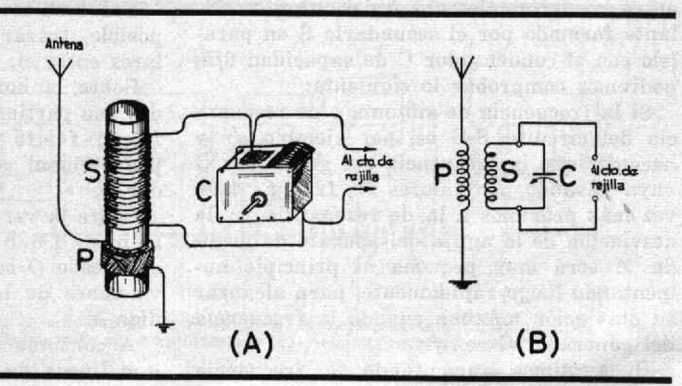


Fig. VII-1. — Circuito de entrada del receptor: (A) Disposición y conexión de los elementos que lo integran: (B) Representación simbólica del circuito de entrada.

Cuando hayamos conseguido este ajuste de frecuencia, diremos que el receptor está *sintonizado* a la frecuencia *f* o lo que es equivalente a una longitud de onda de *X* metros, que es la que corresponde a la emisora que deseamos recibir.

Puede asaltarnos la duda de que como la antena captará emisiones de longitudes de onda o frecuencias diferentes, aparecerán en el secundario otras señales distintas de las que deseamos recibir, lo que producirá una perturbación muy importante, pero ahora veremos que el ajuste o sintonía del circuito de entrada del receptor nos pone a salvo de esa contingencia.

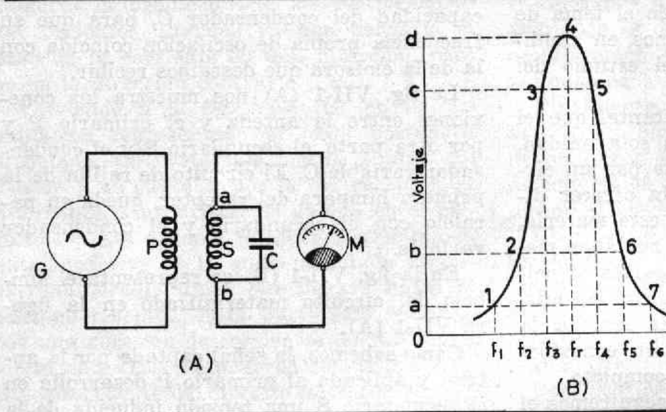


Fig. VII-2. — Selectividad de un circuito sintonizado: (A) El voltaje de los terminales a y b del circuito oscilante es máximo cuando la frecuencia del generador G coincide con la frecuencia de resonancia f; (B) Curva de resonancia.

Resonancia

Si conectamos al primario P de un transformador un generador G de frecuencia variable y al secundario S del mismo, un aparato de medida M capaz de medir el voltaje entre los terminales *a* y *b* del circuito oscilante formado por el secundario S en paralelo con el condensador C de capacidad fija, podremos comprobar lo siguiente:

Si la frecuencia de sintonía o de resonancia del circuito S-C es, por ejemplo, *fr* y hacemos que la frecuencia del generador G vaya pasando por valores f1, f2 y f3 cada vez más próximos a la de resonancia *fr*, la desviación de la aguja del aparato de medida M será muy pequeña al principio aumentando luego rápidamente, para alcanzar su desviación máxima cuando la frecuencia del generador G sea *fr*.

Si seguimos aumentando la frecuencia de G, haciendo que pase por valores f4, f5 y f6 cada vez más distantes de la frecuencia *fr*, la desviación de la aguja de M irá decreciendo, primero lentamente y después muy rápidamente.

Esta experiencia nos demuestra que si nos referimos al circuito de entrada del receptor, el nivel de la señal aplicada a la rejilla de su primera lámpara será muy alto cuando la frecuencia propia del circuito sintonizado *fr* coincida con la de la emisora, pero que las emisoras de frecuencia distinta a *fr* engendrarán, en el secundario S, voltajes mucho menores, tanto menores cuanto mayor sea la diferencia entre esta frecuencia y la de trabajo de la emisora.

Por consiguiente, si estos voltajes son muy pequeños, el receptor será incapaz de registrarlos y traducirlos en señales audibles en el altavoz.

En la fig. VII-2 (B) aparece la curva que se denomina "curva de resonancia" cuyo dibujo puede hacerse en la forma siguiente:

Sobre un trozo de papel, milimetrado si es posible, trazaremos dos rectas perpendiculares entre sí, que se corten en un punto *O*.

Sobre la horizontal marcaremos longitudes que partiendo de *O* terminen en f1 - f2 - f3 - fr - f4 - f5 y f6 y cuya magnitud sea proporcional a la frecuencia del generador G.

Sobre la vertical iremos marcando puntos a - b - c - d que limiten longitudes que medidas desde *O* sean proporcionales a las desviaciones de la aguja del aparato de medida M.

A continuación trazaremos desde a - b - c y d líneas de puntos horizontales y desde

f1 - f2 - f3 - fr - f4 - f5 y f6 verticales que cortarán a las horizontales en los puntos 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 y 7.

Uniendo estos puntos por una línea continua obtendremos la curva de trazo grueso que se conoce con el nombre de curva de resonancia.

Selectividad

Un receptor de radio necesita, para funcionar correctamente, que el voltaje de la señal aplicada a la rejilla del primer paso tenga un valor determinado, supongamos que sea el representado por la longitud *OC*, que corresponden a las frecuencias comprendidas entre f3 y f4.

Esto significa que el aparato responderá a las señales procedentes de emisoras cuya diferencia de frecuencia con la que deseamos recibir sea menor que fr - f3 ó f4 - fr.

Si el aparato fuese más sensible, respondería a señales cuyo voltaje fuese menor, por ejemplo *ob*, por lo que oiríamos todas las emisoras cuya frecuencia esté comprendida entre f2 y f5.

Como este margen de frecuencias es mucho mayor que el comprendido entre f3 y f4 se oirán en el receptor varias emisoras simultáneamente.

Este es un grave inconveniente que se acentuará tanto más cuanto más "sensible" sea el receptor.

¿Debemos deducir que la sensibilidad sea una condición desfavorable de los receptores? De ningún modo. Eso sería tanto como decir que una persona con oído muy agudo está en inferioridad de condiciones respecto a otra dura de oído.

Lo que hace falta es que la persona de oído fino posea a la vez la facultad de que su atención se limite exclusivamente a lo que desea oír, haciendo caso omiso de lo que no le interese. Esa persona posee la facultad de seleccionar o distinguir un sonido entre otros varios muy poco diferentes, es decir, posee una gran *selectividad.*

Para que un receptor sea "selectivo" será necesario que el voltaje de la señal medida en sus terminales decrezca rapidísimamente para señales de frecuencia poco diferente de la de resonancia *fr*. En este caso la curva de resonancia será muy estrecha o lo que es igual muy aguda.

Se puede aumentar la selectividad de un receptor haciendo que las señales captadas por la antena tengan que atravesar sucesivamente dos o más circuitos sintonizados a la frecuencia de la señal que deseamos recibir.

De esta forma y mediante una selección repetida se irán eliminando las señales de frecuencias diferentes a la de sintonía *fr*.

Para que este filtrado sea perfecto será preciso que todos los circuitos sintonizados sean idénticos, lo que es tanto como decir que si la inductancia de las respectivas bobinas es la misma, como este valor es fijo será necesario que en cada instante sean también iguales los valores de las capacidades en paralelo con las bobinas.

Esto se consigue mediante el empleo de condensadores exactamente iguales sometidos a variaciones iguales y simultáneas, lo que se realiza acoplando mecánicamente todas las placas móviles para que obedezcan a la acción de un mando único.

La fig. VII-3 (A) representa simbólicamente dos circuitos sintonizados montados en serie. La línea de puntos que une las partes centrales de los dos condensadores

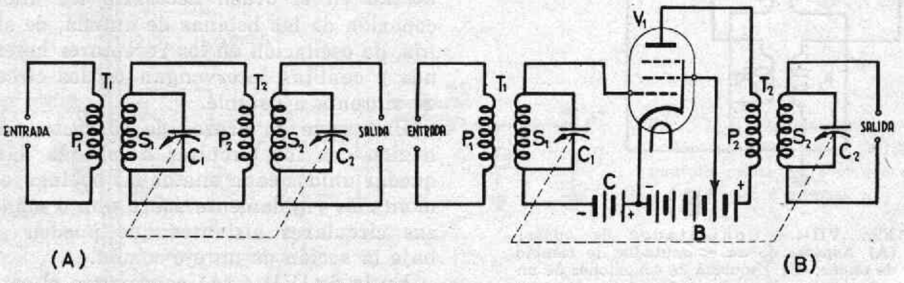


Fig. VII-3. — El aumento de la selectividad de un receptor se consigue mediante varios circuitos sintonizados en serie: (A) Acoplamiento sin amplificación; (B) Acoplamiento con amplificación.

variables C_1 y C_2 significa que son accionados por un eje común con mando único.

Como las señales aplicadas al circuito de entrada son muy débiles y la inserción de los transformadores T_1 y T_2 introduce una pérdida de tensión, se compensa ésta intercalando entre ambos un paso de amplificación de R.F. equipado con una lámpara amplificadora V_1 según muestra la figura VII-3 (B).

Las baterías B y C son las de alimentación de placa y rejilla pantalla y polarización de la rejilla de mando.

Conmutadores de ondas

El circuito formado por una bobina de inductancia fija y un condensador variable de los normalmente utilizados en los receptores de radio puede ser sintonizado dentro de una serie continua de frecuencias *(gama de frecuencias)* comprendidas entre un valor máximo y un mínimo. Al valor máximo corresponde la capacidad mínima, que se obtendrá cuando las placas móviles del condensador variable estén totalmente fuera de las fijas y la frecuencia mínima corresponderá al mayor valor de la capacidad del condensador variable, es decir, cuando las placas móviles se encuentren totalmente en el interior de los espacios comprendidos entre las placas fijas, o sea con el condensador completamente cerrado.

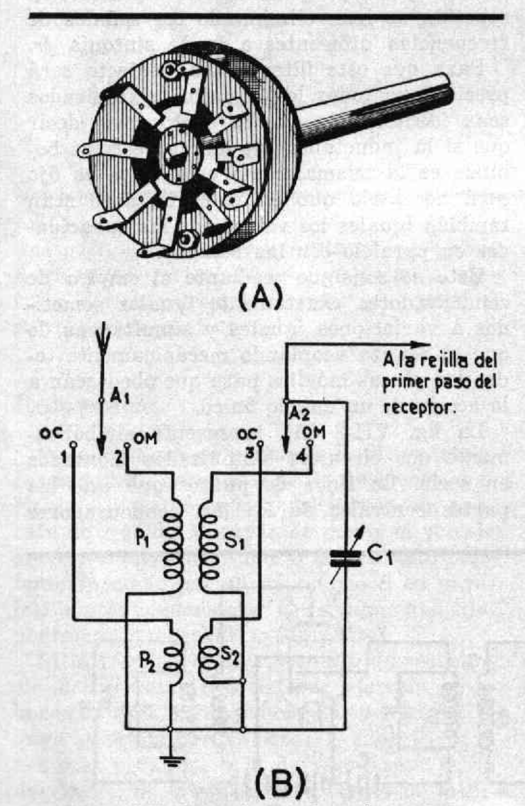


Fig. VII-4. — Conmutador de ondas: (A) Aspecto de un conmutador de cambio de ondas; (B) Esquema de conexiones de un conmutador de ondas y los elementos asociados.

En general, los receptores modernos están dispuestos para funcionar en varios márgenes o gamas de ondas, onda larga, onda media y onda corta, pero esta extensa serie de frecuencias no puede ser sintonizada mediante una sola bobina en paralelo con el condensador variable.

Por consiguiente hubo de recurrirse a utilizar bobinas de diferente número de espiras, o lo que es igual distinta inductancia, tanto mayor cuanto mayor fuera la longitud de onda a recibir o menor la frecuencia de trabajo de la emisora.

En principio, se utilizaban bobinas recambiables de acuerdo con la gama de frecuencias que se deseaba recibir, cuyas conexiones a los elementos asociados a las mismas en el receptor quedaban establecidas automáticamente al enchufar las patillas, a las que se conectaban los terminales de las bobinas, en los orificios de enchufes, análogos a los de las lámparas, dispuestos al efecto.

Posteriormente y para evitar el acceso al interior del receptor para la sustitución de bobinas, haciendo esta operación más rápida, se ha cambiado el procedimiento, mediante el empleo de los conmutadores de ondas constituidos por una serie de contactos provistos de terminales a los que se conectan en el orden necesario los hilos de conexión de las bobinas de antena, de sintonía, de oscilación en los receptores heterodinos y cuantas intervengan en los circuitos de sintonía ajustable.

Una serie de brazos de contacto, en conexión con los circuitos a los que han de quedar unidos cada una de las bobinas, están montados rígidamente sobre una o más piezas circulares aislantes que pueden girar bajo la acción de un eje común.

En la fig. VII-4 (A) se muestra el aspecto exterior de un conmutador de ondas sencillo y en la fig. VII-4 (B) las conexiones entre

el conmutador de ondas, el juego de bobinas y el condensador variable C_1.

Se trata de un circuito de conmutación de dos posiciones para la sustitución de las bobinas correspondientes a la gama de onda media, P_1-S_1, y de onda corta P_2-S_2.

Los brazos de conmutación A_1 y A_2 se mueven simultáneamente hacia la izquierda (posición de O.C.) o hacia la derecha (posición de O.M.).

El condensador variable, C_1, cuyas placas fijas quedan unidas al eje de A_2 queda en paralelo siempre con uno de los dos secundarios S_1 ó S_2.

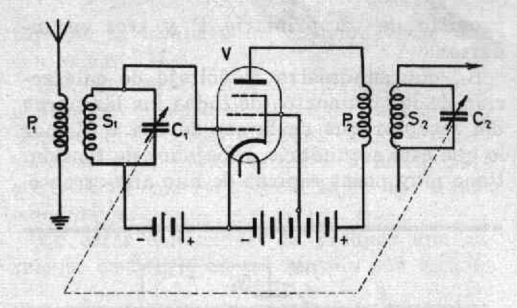


Fig. VII-5. — Paso amplificador de R.F. Los circuitos S_1-C_1 y S_2-C_2 están sintonizados a la misma frecuencia.

Paso amplificador de R. F.

Este paso que precedía, en todos los casos, en los receptores de radiofrecuencia sintonizada (R.F.S.), al paso detector y en muchos casos a los de cambio de frecuencia en los superheterodinos, de los que nos ocuparemos a menudo más adelante, está formado por una lámpara, que suele ser generalmente un pentodo, cuyo circuito de rejilla esté conectado al secundario del transformador de entrada, S_1 y el de placa a la batería de A.T. a través del primario P_2 del transformador de acoplamiento. El secundario S_2 de este transformador va conectado al circuito de rejilla del paso siguiente.

La fig. VII-5 representa un circuito típico de paso amplificador de R.F. El secundario S_2, en unión del condensador C_2, constituye un circuito sintonizado a la misma frecuencia que el circuito de entrada, que corresponde a la de la emisora que se desea recibir. Los dos condensadores variables, C_1 y C_2 están accionados por un mando único y constituyen lo que se denomina *tandem* de sintonía.

Polarización automática

Hasta este momento y siguiendo el método de polarización o alimentación de los electrodos de las lámparas, rejilla, rejilla pantalla y placa por medio de baterías, utilizado necesariamente en los receptores antiguos y algunos portátiles, hemos prescindido de la forma de polarización empleada en los receptores alimentados por la red de alumbrado que son a los que nos hemos de referir de ahora en adelante, ya que prácticamente han desplazado a los receptores de baterías.

Como ya se indicó al tratar de los transformadores de alimentación, y su asociación a la lámpara rectificadora, la corriente alterna de la red alimenta el primario del transformador de alimentación T.A., en cuyo circuito se intercala el interruptor I que permite cortar el circuito de alimentación cuando no trabaje el receptor, según se muestra en la fig. VII-6.

Como ya sabemos, este transformador está

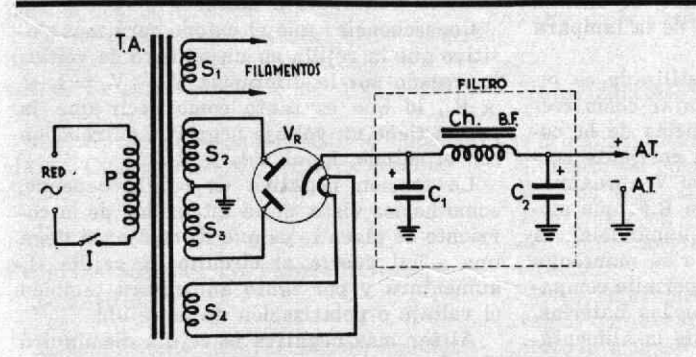


Fig. VII-6. — Unidad de alimentación para placas y rejillas pantalla de un receptor con corriente alterna.

provisto de un primario P y tres secundarios:

S_1, que suministra el voltaje de calefacción de los filamentos de todas las lámparas del receptor que suele ser de 4 a 6 V, por lo que este secundario, rebajador de tensión, tiene muy pocas espiras de hilo algo grueso,

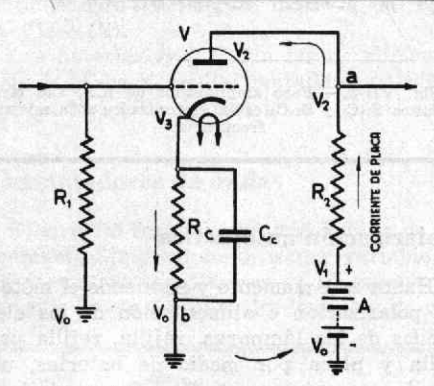


Fig. VII-7. — Polarización automática de rejilla por caída de tensión en la resistencia de cátodo R_c.

ya que la corriente que suministra varía entre 1 y 3 A.

El secundario de A.T. formado por dos secciones iguales, S_2 y S_3, que trabaja como elevador de tensión, con un número de espiras mucho mayor que el del primario, pero de hilo mucho más fino, ya que la corriente que suministra no excede generalmente de los 100 miliamperios. El centro de este secundario o punto de unión de S_2 y S_3 constituye el polo negativo, que está conectado a masa.

El secundario S_4 que suministra un voltaje del orden de los 4 a 6 V y una intensidad del orden de 1 A como máximo, se destina a la calefacción del filamento de la lámpara rectificadora V_R.

En este caso la lámpara utilizada es biplaca, lo que le permite trabajar como rectificadora de las dos alternancias de la corriente alterna de la red. La corriente rectificada cuyo voltaje es de 350 V aproximadamente, atraviesa el filtro de B.F. que modifica su forma sinuosa aplanándola, es decir, haciendo que el voltaje se mantenga en un valor constante, lo que permite compararlo con el suministrado por las baterías.

Pero haciendo caso omiso de la alimentación de placas y rejillas pantalla a cargo del suministro de A.T. nos vamos a concretar ahora a la polarización de la rejilla de mando de las lámparas, mediante la corriente que recorre el circuito placa-cátodo.

La polarización de rejilla, negativa en general, se obtiene intercalando una resistencia R_c entre el cátodo y la masa. La caída de tensión a través de esta resistencia es la que suministra a la rejilla la polarización necesaria para que trabaje correctamente. Veamos cómo se produce esta polarización.

En la fig. VII-7 podemos ver una lámpara V montada como amplificadora. La rejilla está conectada a masa a través de la resistencia R_1 por la que no circula corriente y por consiguiente el potencial de rejilla será el de masa V_0 que podemos considerar como potencial cero.

Si partimos del polo + de la batería de placa A, cuyo potencial representaremos por V_1, la corriente de placa circulando en el sentido de las flechas, producirá en la resistencia R_2 una caída de tensión que será igual al producto de la intensidad de la corriente de placa I_p por la resistencia R_2. El voltaje V_2 en el punto *a*, que es el aplicado a la placa de la lámpara será menor que el V_1 ya que $V_2 = V_1 - I_p \times R_2$.

La corriente de placa, al circular por el espacio comprendido en el interior de la lámpara entre placa y cátodo que ofrece una resistencia de algunos miles de ohmios, determina una nueva caída de tensión por lo que el voltaje en el cátodo V_3 será mucho menor que el de placa V_2.

Al continuar su recorrido la corriente de placa a través de R_c experimenta una nueva caída de tensión que será igual a $I_p \times R_c$.

El voltaje V_0 a la salida de R_c será el que hemos tomado como cero ya que el punto *b* está conectado a masa, cerrándose el circuito de I_p en el polo — de la batería A, también conectado a masa.

Consecuencia: que el cátodo será más positivo que la rejilla en un número de voltios expresado por la diferencia $V_3 - V_0 = I_p \times R_c$, lo que es tanto como decir que la rejilla tiene un voltaje negativo, en relación con el cátodo, igual a $I_p \times R_c$.

La tensión negativa de rejilla depende, como hemos visto, de la intensidad de la corriente de placa I_p ya que R_c es fijo; si llega una señal fuerte al circuito de rejilla, I_p aumentará y por tanto aumentará también el voltaje o polarización de la rejilla.

Al ser más negativa la rejilla disminuirá el valor de I_p y la rejilla se hará menos ne-

gativa, estableciéndose finalmente un valor de su polarización correspondiente a su funcionamiento normal.

Como vemos, estas variaciones y ajuste final de la polarización no están reguladas por ninguna maniobra por nuestra parte, produciéndose automáticamente, lo que justifica su denominación de *polarización automática.*

En paralelo con la resistencia R_c, se dispone un condensador C_c cuya función es dar paso a la componente alterna de la corriente de placa a través de un camino fácil, evitando la caída de tensión que experimentaría si tuviese que atravesar R_c.

La condición que fija el valor de la capacidad de C_c es que su impedancia a la frecuencia media de I_p sea bastante menor que la ofrecida por R_c.

Para aclarar este concepto, recurriremos a un ejemplo con valores normales en la práctica de la radiorrecepción.

Supongamos que $R_c = 1.000\ \Omega$ y $C_c = 0{,}1\ \mu F$ y la frecuencia media de I_p sea de 470 Kc/s. Si la corriente de placa I_p es de 10 mA los valores de la impedancia de R_c y C_c serán:

La de $R_c = 1.000\ \Omega$ ya que se trata de una resistencia pura, es decir, sin inductancia ni capacidad.

$$\text{La de } C_c = \frac{1}{2 \times 3{,}14 \times f \times C_c} =$$

$$= \frac{1}{6{,}28 \times \underset{\text{ciclos}}{470.000} \times \underset{\text{faradios}}{0{,}0000001}} =$$

$$= \frac{100}{295} = 0{,}33\ \Omega$$

Como se ve, la resistencia ofrecida por el condensador C_c al paso de la componente alterna de I_p es prácticamente nula comparada con la ofrecida por R_c.

La caída de tensión a través de R_p será de $1.000 \times 0{,}01 = 10$ V, y en cambio a través de C_c será solamente de $0{,}33 \times 0{,}01 =$ $= 0{,}0033$ V.

En la práctica se admite que la impedancia de C_c sea unas 20 veces menor que la de R_c.

Polarización por corriente inversa de rejilla

En este método de polarización, denominado también *por corriente de rejilla*, el montaje de la lámpara se realiza de acuerdo con la fig. VII-8.

Esta forma de polarización de rejilla se utiliza en receptores de tipo económico, y consiste en conectar el cátodo a masa directamente y la rejilla también a masa, pero a través de una resistencia R_1 de uno o más megohmios.

En estas condiciones se produce una corriente de rejilla en tal sentido que ésta se

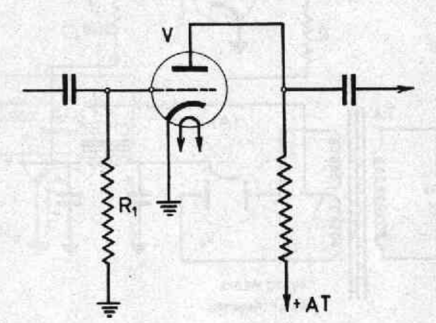


Fig. VII-8. — Polarización por corriente inversa de rejilla. En este caso se utiliza una resistencia de escape de rejilla R_1 de valor muy elevado.

polariza negativamente con relación a masa.

La tensión de polarización es muy pequeña, de 1 a 2 V, valor normal en la mayoría de las lámparas amplificadoras de B.F.

Este procedimiento tiene el inconveniente de que la corriente de rejilla es muy variable aun dentro del mismo tipo de lámparas, por lo que puede variar la polarización de rejilla al sustituir una lámpara averiada por otra del mismo tipo.

No obstante, su realización es sencilla y satisfactoria en la mayoría de los casos, sobre todo si se determina por tanteos el valor de la resistencia de escape R_1.

Polarización directa de la rejilla

Finalmente vamos a exponer otro procedimiento de polarización de rejilla que consiste en conectar este electrodo directamente a un punto en que el potencial negativo sea del valor necesario para la correcta polarización.

Nos referimos a la fig. VII-9 en la que vemos que el cátodo de la lámpara se ha conectado a masa mientras que la resistencia de escape R_1 se conecta a un punto (A) cuya

tensión negativa es la necesaria para la polarización de rejilla.

Para obtener esta tensión bastará conectar el punto medio del secundario de A.T. (negativo) a una resistencia R_2 de tal valor que su producto por la intensidad en la corriente de A.T. consumida por todo el re-

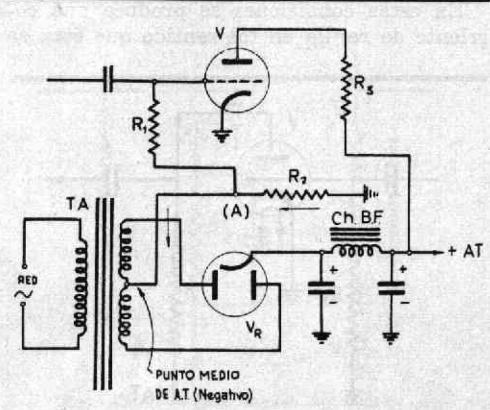


Fig. VII-9. — Polarización "directa" de rejilla. La tensión de rejilla tomada en el punto (A) es negativa con relación a masa.

ceptor sea igual al voltaje necesario para la polarización de rejilla.

Aclararemos este concepto con un ejemplo sencillo.

Supongamos que el voltaje negativo que deseamos obtener es de — 5 V y que el consumo total de corriente anódica (+ A.T.) del receptor sea de 50 mA.

Según la ley de Ohm, que es fundamental en electricidad y que no debemos olvidar nunca: Voltaje (V) = Resistencia (R) × × Intensidad (I).

En este caso 5 V = Resistencia (Ω) × × 0,05 (A) de la que se deduce inmediatamente: $\text{Resistencia } (\Omega) = \dfrac{5 \text{ V}}{0{,}05 \text{ (A)}} = 100 \ \Omega.$

Por consiguiente el valor de la resistencia de polarización R_2 será de 100 Ω. La corriente anódica va en la lámpara de placa al cátodo, unido a masa, así como R_2, sigue por R_2 y cierra el circuito del rectificador por el punto medio del secundario de A.T.

El sentido de circulación de la corriente marcado por la flecha, nos indica que entre el extremo de R_2 (masa) y punto (A) hay una caída de potencial, por lo que el punto (A) es negativo con relación a masa y por tanto la rejilla con relación al cátodo.

El superheterodino

Este método de recepción consiste en mezclar la señal captada por la antena, con una oscilación de frecuencia variable. Esta variación es tal que la diferencia entre la frecuencia de la señal y la de la oscilación local es una cantidad fija, que se denomina frecuencia intermedia (F.I.) y que en general es del orden de los 450 Kc/s.

El circuito fundamental del superheterodino es el representado en la fig. VII-10.

A la antena llega la señal de una emisora cuya frecuencia de trabajo representaremos por f(a) (R.F.) que podemos suponer sea de 1.500 Kc/s.

Sintonizaremos el circuito de antena formado por S_1 y CV a esa frecuencia. La señal correspondiente se aplica a la rejilla de la lámpara V_1 amplificadora de R.F.

En la parte inferior de la figura se ha representado una lámpara V_2 que trabaja como osciladora y cuyo circuito sintonizado B.O.-CV_o se ajusta a una frecuencia F(b) tal que $F_b - F_a = 450$ Kc/s.

Por consiguiente f(b) será igual a f(a) + + 450 Kc/s. = 1.500 + 450 = 1.950 Kc/s.

La variación de f(a) y f(b) es simultánea por lo que los condensadores CV y CV_o se ajustan con un mando único, según se indica gráficamente en la fig. VII-10 por medio de una línea de puntos, pero para cada posición de ajuste de estos condensadores deberá cumplirse la condición de que f(b) — — f(a) = 450 Kc/s. Este es el valor constante de la frecuencia intermedia.

Esta frecuencia se produce por el "batido" o mezcla de las frecuencias f(a) y f(b). La primera, procedente del circuito de antena y amplificada por V_1 sale por su circuito de placa; la segunda es la suministrada por el oscilador local V_2 y es aplicada al punto (A) a través del condensador de acoplamiento C_1 en donde se superpone a f(a) para mezclarse con ésta, dando como resultante la F.I. f(c).

Antes de aplicarse al paso siguiente, atraviesa el primario del transformador de F.I. (T.F.I.1) sintonizado a 450 Kc/s. por la capacidad C_2, que por tratarse de una frecuencia fija no es necesario que sea variable como CV y CV_o. Del primario se transfiere al secundario S_2, también sintonizado a 450 Kc/s. por medio del condensador fijo C_3.

Como aclaración de orden práctico diremos que los condensadores C_2 y C_3 suelen

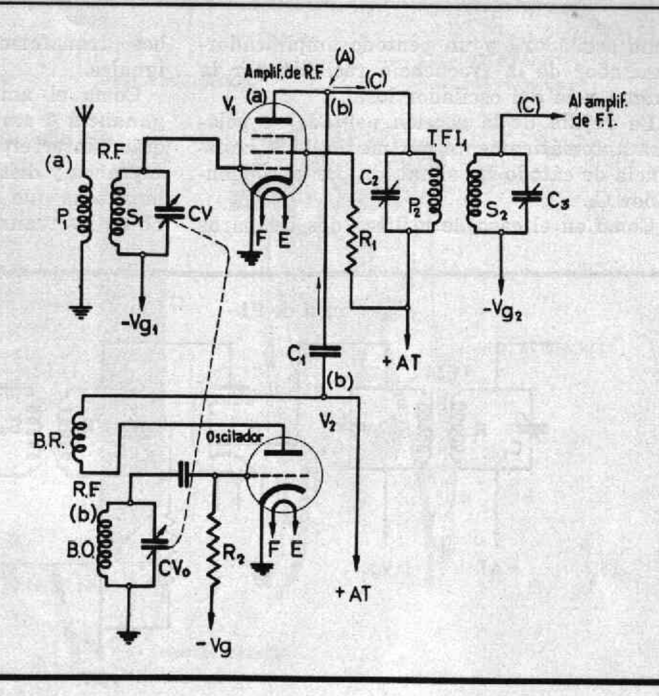


Fig. VII-10. — Esquema fundamental del receptor superheterodino: (A) Paso de conversión de frecuencia.

ser pequeños condensadores ajustables ya que resulta muy difícil que dispongamos de dos condensadores fijos cuya capacidad sea exactamente igual y por otra parte, para poder compensar las pequeñas diferencias de inductancia de los arrollamientos P_2 y S_2.

Cuando éstos son de inductancia variable no hay inconveniente en que C_2 y C_3 sean fijos.

La fabricación de lámparas múltiples ha permitido sustituir, en los receptores actuales, las dos lámparas V_1 y V_2 por una sola que funciona como osciladora y mezcladora. El circuito de esta etapa, denominada de *conversión de frecuencia* o *conversora* es el mostrado en la fig. VII-11.

La lámpara utilizada (V) es un heptodo, formado por una sección triodo que trabaja

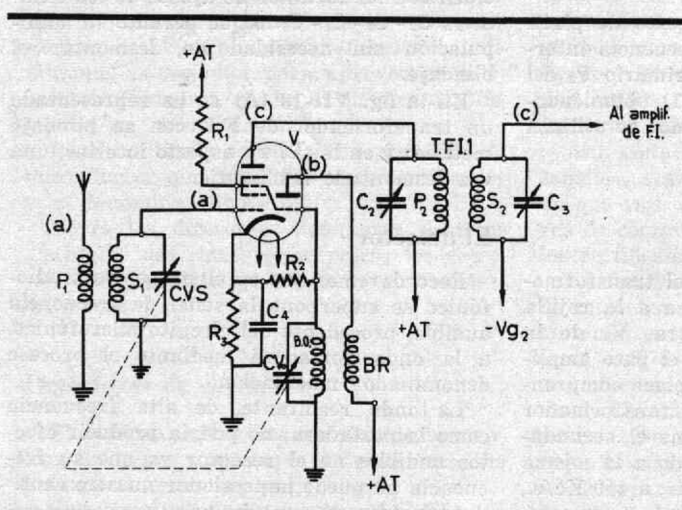


Fig. VII-11. — En los receptores actuales se sustituyen las lámparas V_1 y V_2 de la fig. 10 por una sola (V).

como osciladora y un pentodo amplificador-mezclador de la frecuencia recibida por la antena y la del oscilador local.

La rejilla de la sección pentodo se polariza automáticamente por medio de la resistencia de cátodo R_3, shuntada por el condensador C_4.

Como en el caso de utilizar dos lámparas independientes, la frecuencia (a) captada por la antena se aplica a la rejilla de la sección pentodo.

El oscilador local, sección triodo, suministra la frecuencia (b), que por la unión directa entre su rejilla y la tercera rejilla de la sección pentodo, se aplica a ésta, mezclándose con la frecuencia (a).

Por consiguiente en el circuito de placa de esta sección aparece la frecuencia intermedia (c) que se aplica al primario P_2 del transformador de F.I. (T.F.I.1) obteniéndose el mismo resultado que cuando se utilizan dos lámparas independientes.

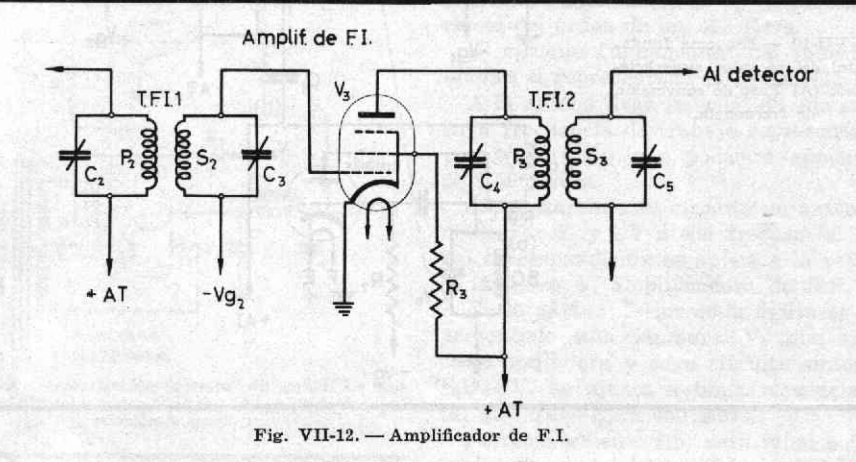


Fig. VII-12. — Amplificador de F.I.

Amplificador de F.I.

La salida del secundario del transformador de F.I. (T.F.I.1) se aplica a la rejilla de una lámpara amplificadora, V_3 de la figura VII-12, que constituye el paso amplificador de F.I. Su circuito de placa comprende el primario P_3 del segundo transformador de F.I. (T.F.I.2), que así como el secundario S_3 está también sintonizado a la misma frecuencia que T.F.I.1, es decir, a 450 Kc/s., valor de la F.I. De aquí se deduce que ambos transformadores son exactamente iguales.

Como el amplificador de F.I. tiene una ganancia o amplificación muy grande, cualquier interferencia producida por voltajes extraños y distintos de la señal captada por la antena que pudiera presentarse en alguno de los transformadores de F.I. sería amplificada y se mezclaría con ésta, perturbando la recepción.

Para evitarlo se protegen estos transformadores por medio de una cubierta metálica denominada "blindaje", que debe hacer un perfecto contacto con el chasis. En la parte superior de éste hay dos orificios que coinciden con los tornillos de ajuste de los trimmers C_2 - C_3 - C_4 - C_5 lo que permite su manipulación sin necesidad de desmontar el blindaje.

En la fig. VII-13 (A) se ha representado un transformador de F.I. con su blindaje metálico y en la (B) su aspecto interior, una vez desmontado el blindaje.

El detector

Recordaremos que en el transmisor radiofónico se superpone la señal de frecuencia audible, procedente del circuito microfónico, a la onda portadora mediante el proceso denominado "modulación".

La onda resultante, de alta frecuencia como la portadora, no podría producir efectos audibles en el receptor ya que su frecuencia no puede impresionar nuestro sentido del oído.

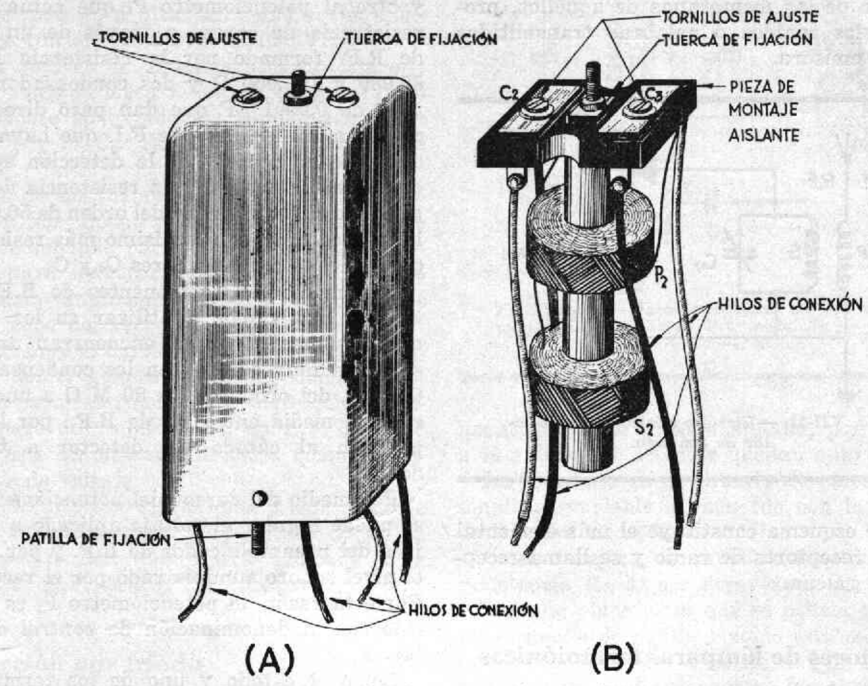


Fig. VII-13. — Transformador de F.I.: (A) Aspecto exterior con blindaje; (B) Aspecto interior.

Cuando la onda portadora se modula variando su amplitud según las variaciones de amplitud de la señal microfónica, se aprovecha esta circunstancia para reproducir las frecuencias audibles transmitidas.

Esta operación, que podemos definir diciendo que es la separación de la frecuencia audible de la señal de audiofrecuencia, eliminando la segunda para aprovechar solamente la primera, recibe el nombre de "detección" o "demodulación".

Para realizarla se utiliza un elemento semiconductor que funciona como rectificador y se denomina "detector".

Entre los diferentes detectores debemos distinguir dos clases principales: los detectores de contacto y los de lámparas termoiónicas.

Detectores de contacto

El contacto entre dos metales de naturaleza diferente constituye el fundamento de los detectores de contacto.

Esta propiedad rectificadora se presenta más acentuada en un par de metales que en otros, por lo que ha sido necesario seleccionarlos experimentalmente.

Uno de los tipos que mayor difusión han alcanzado es el denominado detector de galena, constituido por el contacto entre una punta de acero y un trocito de sulfuro de plomo (galena). Este contacto debe ser muy ligero y ha de elegirse el punto de contacto por tanteos, pero se pierde con facilidad a la menor vibración o choque.

Aun cuando su funcionamiento no es tan sensible, suelen utilizarse en la actualidad, en que van quedando en desuso los detectores de contacto, los "diodos" de germanio y los rectificadores de óxido de cobre.

La fig. VII-14 muestra el circuito típico de un detector de contacto cuyo circuito de sintonía, acoplado inductivamente al de antena, está formado por el secundario S del transformador de R.F. y el condensador variable CV. En derivación con este circuito se monta otro formado por el detector y el casco telefónico. El condensador C_1 da paso a la componente de R.F. y los teléfonos a las frecuencias audibles, que al producir la vi-

bración de las membranas de aquéllos, producen los sonidos o palabras transmitidas por la emisora.

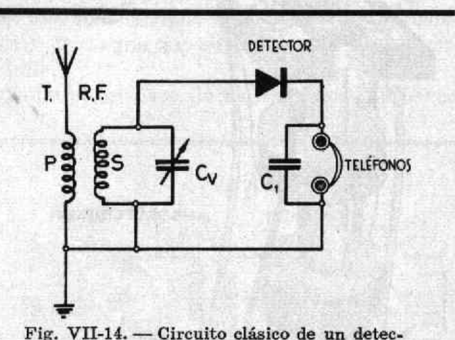


Fig. VII-14. — Circuito clásico de un detector de contacto.

Este esquema constituye el más elemental de los receptores de radio y se llama receptor de galena.

Detectores de lámparas termoiónicas

Para la rectificación de la F.I., es decir, para la detección, se utilizan varios métodos que vamos a examinar a continuación.

El más elemental es la detección por medio de un diodo rectificador cuyo circuito se representa en la fig. VII-15.

Las señales de F.I. presentes en el secundario S_3 del T.F.I.2 se aplican al diodo rectificador V_4, ya que uno de los terminales de este secundario está conectado a la placa y otro al potenciómetro P_1 que actúa como resistencia de carga, a través de un filtro de R.F. formado por la resistencia R_1 de 50.000 a 100.000 Ω y dos condensadores C_6 y C_7 de 0,0001 μF que dan paso directo al cátodo a los residuos de F.I. que hayan podido quedar después de la detección evitando su paso a través de la resistencia de carga R_1 cuya impedancia, del orden de 50.000 Ω les ofrece un paso muchísimo más resistente que el de los condensadores C_6 y C_7.

En cambio las componentes de B.F. que son las que vamos a utilizar en los pasos que siguen al detector, encuentran una resistencia muy elevada en los condensadores C_6 y C_7, del orden de los 80 M Ω a una frecuencia media entre las de B.F., por lo que pasarán al cátodo del detector a través de P_1.

Por medio del cursor del potenciómetro P_1 se puede regular el voltaje aplicado a la rejilla del preamplificador de B.F. y por tanto el nivel sonoro suministrado por el receptor. Por esta razón, el potenciómetro P_1 es conocido con la denominación de *control de volumen*.

Como el cátodo y uno de los terminales de P_1 están unidos a masa se intercala el condensador C_8 para evitar el contacto directo de la rejilla del preamplificador con masa. La capacidad de este condensador no suele nunca ser inferior a 0,01 μF, con objeto de que no ofrezca una elevada resistencia al paso de la B.F.

Como la lámpara V_4 sólo tiene una placa, su circuito corresponde a un rectificador de media onda. Para rectificar los dos semipe-

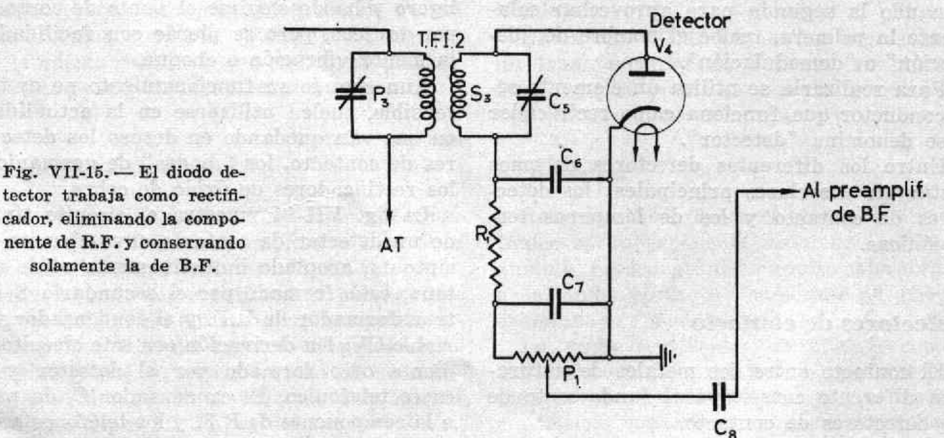


Fig. VII-15. — El diodo detector trabaja como rectificador, eliminando la componente de R.F. y conservando solamente la de B.F.

ríodos de las ondas de F.I., positivo y negativo, es preciso utilizar un doble diodo, montado según el circuito de la fig. VII-16.

Los valores de los elementos de este circuito son similares a los de la fig. VII-15 habiéndose sustituido los condensadores C_6 y C_7 por el C_8. El condensador C_7 es de 0,1 μF.

Una de las principales ventajas de la detección por diodos es su gran calidad, pero es poco sensible por lo que no se puede utilizar para detectar señales débiles, siendo necesario amplificación previa, como ocurre en el caso del receptor superheterodino.

Está muy extendido el empleo de una lámpara doble, generalmente un doble diodo-triodo para las funciones de detección y primer paso de amplificación en B.F. En este caso, este amplificador trabaja como amplificador de voltaje.

El circuito correspondiente a este montaje y su funcionamiento será estudiado en la próxima lección que estará dedicada a la parte de B.F. de los receptores.

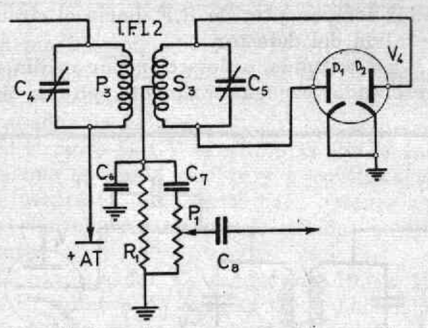


Fig. VII-16. — Para aprovechar las dos alternancias de la onda de F.I. modulada, se debe utilizar un doble diodo.

Detección por triodo

Cuando se utiliza un triodo como detector, pueden aplicarse dos métodos distintos de detección que son: detección por placa y detección por rejilla.

En el primero, cuyo esquema se muestra en la fig. VII-17, se da a la rejilla una polarización negativa lo suficientemente elevada para que la corriente de placa se anule cuando se aplican a rejilla las alternancias negativas de la señal modulada, por lo que a la salida del detector quedan suprimidas.

La corriente en el circuito de placa es de amplitud variable de acuerdo con la forma de la señal microfónica.

Como sabemos, la caída de tensión en la resistencia R_1, al ser atravesada por la corriente de placa es la que se utiliza para la polarización de rejilla y como esta corriente es de muy pequeña intensidad y la tensión negativa de rejilla debe ser algo elevada, el valor de R_1 suele ser de varios miles de ohmios, variable según el tipo de lámpara utilizado.

Los valores de los restantes elementos del circuito son, aproximadamente, los siguientes: $R_2 = 100.000\ \Omega$; $C_1 = 2\ \mu F$; $C_2 = 0{,}001\ \mu F$; $C_3 = 0{,}02\ \mu F$.

El choque de R.F. (Ch.R.F.) y el condensador C_2 forman un filtro que impide el paso

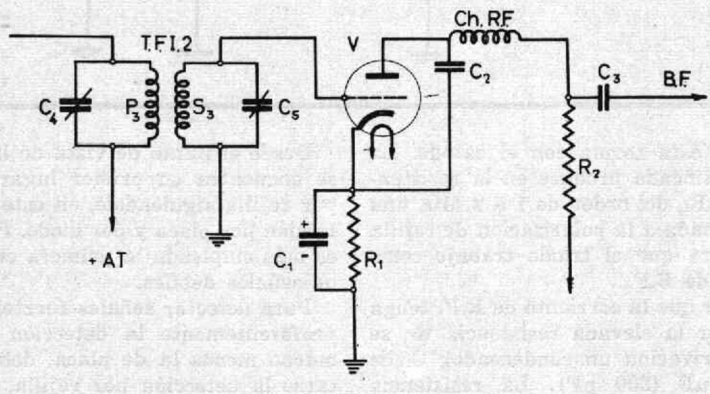


Fig. VII-17. — Detección por placa.

de las componentes de R.F. hacia el circuito de salida del detector.

En el segundo, o detección por rejilla, representado esquemáticamente en la figura VII-18, se combina la función detectora realizada por el diodo formado por la rejilla y el cátodo, con la amplificadora correspondiente al circuito de placa.

La R.F. modulada se aplica a la rejilla del triodo detector V_4 siendo rectificada por el diodo que ésta forma con el cátodo. La corriente rectificada produce en la resistencia de carga R_1, del orden de 1 a 2 MΩ, una tensión destinada a la polarización de rejilla necesaria para que el triodo trabaje como amplificador de B.F.

Para evitar que la corriente de R.F. tenga que atravesar la elevada resistencia R_1, se monta en derivación un condensador C_1 de unos 0,002 μF (200 pF). La resistencia de carga R_2, de 150.000 Ω está desacoplada por el condensador C_4 de 0,005 μF. El condensador C_3, de 0,01 μF sirve para el acoplamiento del paso detector con el siguiente, de amplificación en B.F., evitando la aplicación a la rejilla del mismo de la tensión positiva de la polarización de la placa de V_4, cuyo valor suele ser de unos 50 V.

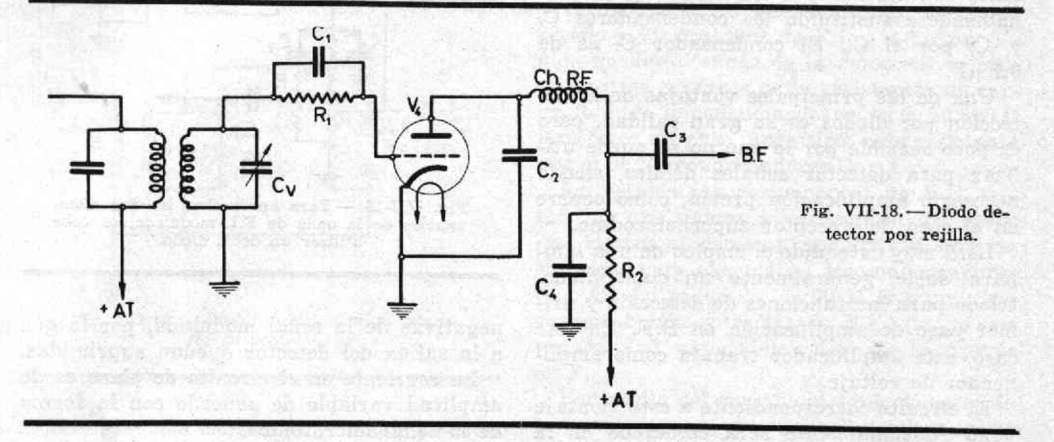


Fig. VII-18.—Diodo detector por rejilla.

Cada uno de los métodos de detección descritos tiene alguna ventaja sobre los otros dos, pero como contrapartida tiene también algún inconveniente.

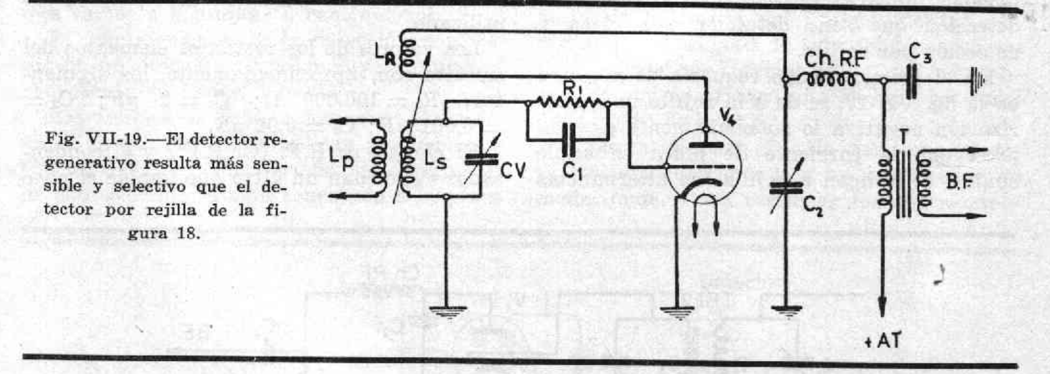


Fig. VII-19.—El detector regenerativo resulta más sensible y selectivo que el detector por rejilla de la figura 18.

Desde el punto de vista de la sensibilidad se encuentra en primer lugar la detección por rejilla siguiéndole, en este orden, la detección por placa y por diodo. Por esta razón es más empleada la primera en la detección de señales débiles.

Para detectar señales fuertes se empleará preferentemente la detección por diodo y mucho menos la de placa, debiendo descartarse la detección por rejilla, que por otra parte, resulta mucho menos selectiva que las otras dos.

Detectores a reacción

Aun cuando cada vez es de menos aplicación, vamos a dar una ligera idea sobre los detectores regenerativos, que fueron los que se emplearon casi exclusivamente en la recepción de señales débiles, ya que el procedimiento poseía las características de sensibilidad y selectividad, aplicándose a los detectores por rejilla.

Su circuito es el mostrado en la figura VII-19. Una parte de la corriente de placa circula por la bobina L_R, denominada de reacción; el valor de esta corriente puede regularse variando la capacidad del condensador de reacción C_2, aumentando la corriente a medida que aumenta la capacidad C_2. Para el buen funcionamiento de este circuito es necesario que coincida el sentido de los devanados de L_S y L_R.

El circuito L_S-CV se sintoniza con la emisora que se desea recibir y a continuación se ajustará C_2 lentamente para obtener una detección clara y exenta de silbidos perturbadores.

El condensador C_2 tendrá de 100 a 150 pF. El número de espiras de la bobina L_R suele ser la tercera parte de las de L_S. La bobina de choque de R.F. suele tener unas 300 espiras. Los valores de los restantes elementos son: $C_1 = 100$ pF; $C_3 = 0{,}01$ uF, y $R_1 = 2$ MΩ.

LECCIÓN VIII

ANATOMÍA DEL RECEPTOR DE RADIO (II)

Continuamos el estudio de las diferentes partes del receptor, iniciado en la lección anterior en cuya parte final habíamos comenzado el estudio del paso detector.

Control automático de la sensibilidad

Suele también denominarse control automático de ganancia de volumen y se representa abreviadamente por las iniciales C.A.G. o C.A.V.

Para comprender la utilidad de este circuito recordaremos que las señales captadas por la antena son de intensidad variable entre límites bastante amplios que dependen. entre otros factores, de las condiciones de propagación y de la potencia de la emisora y de la distancia entre ésta y el receptor.

Por consiguiente, si se mantiene constante la amplificación de los diferentes pasos del receptor, es evidente que el nivel sonoro de la audición sufrirá las variaciones consiguientes:

Si dispusiéramos de un procedimiento para modificar dicha amplificación o ganancia de los mismos de forma que ésta sea mayor para las señales más débiles y menor para las más intensas habríamos resuelto el problema.

Esto es lo que se consigue mediante el circuito de C.A.V. que es el utilizado en los receptores modernos y que consiste en aplicar a las rejillas de las lámparas reguladas por el mismo, una tensión negativa de valor proporcional a la intensidad de la señal recibida.

La fig. VIII-1 muestra el circuito fundamental del C.A.V.

El circuito detector por diodo es, como se indicó en la lección anterior, un rectificador de media onda utilizado para separar la componente de audiofrecuencia, de la señal de F.I. modulada por las señales de B.F.

Para ello, una vez suprimida la parte negativa de la señal de F.I. modulada (1), por la acción del rectificador o diodo detector,

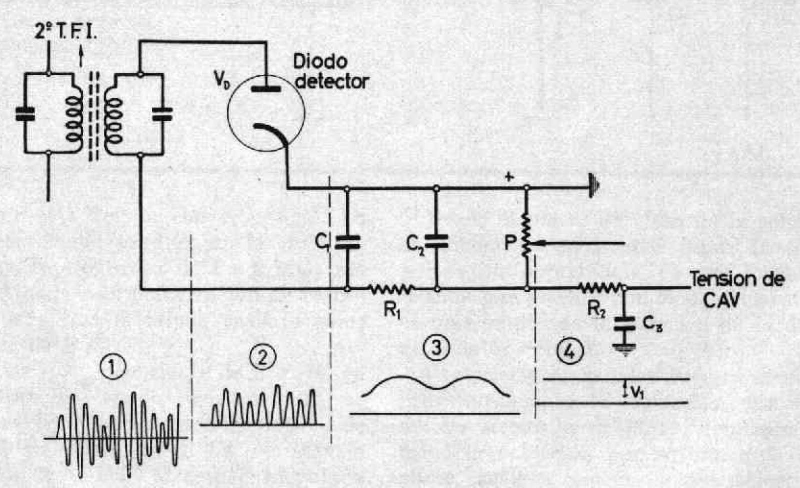


Fig. VIII-1. — Circuito fundamental del C.A.V.

tendremos una señal de F.I. de la forma (2), pero esta frecuencia por ser muy superior a las que pueden impresionar nuestro oído, es necesario aplanarla por medio de un filtro similar al utilizado en las unidades rectificadoras para el suministro de la A.T. continua necesaria para la alimentación de las placas y rejillas pantalla de las lámparas del receptor.

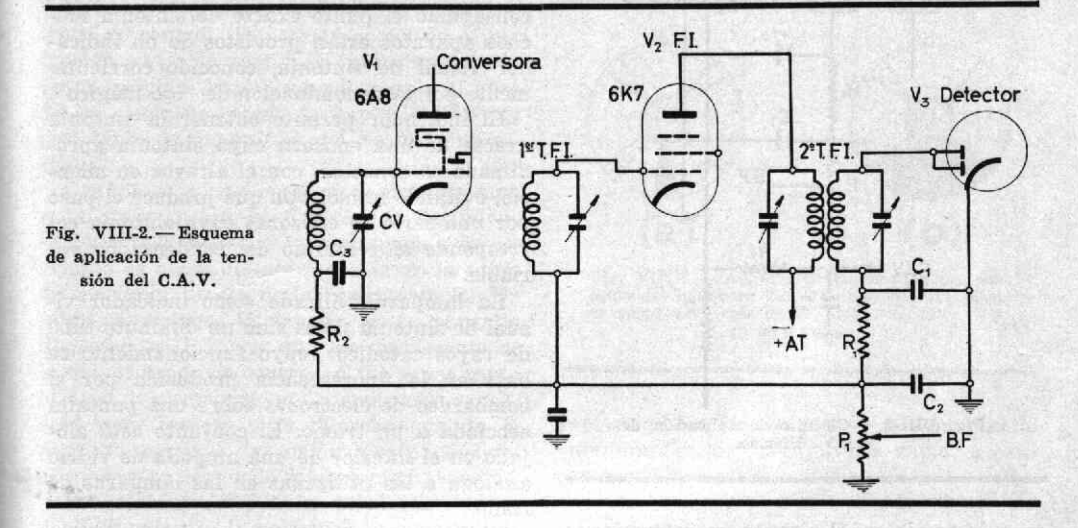


Fig. VIII-2. — Esquema de aplicación de la tensión del C.A.V.

En el filtro del detector se sustituye la bobina de choque, de alta impedancia por una resistencia R_1 de unos 50.000 Ω y los dos condensadores electrolíticos de gran capacidad, por otros dos, C_1 y C_2 de 100 pF aproximadamente. Este filtro suprime la componente de F.I. y da paso a la tensión de audiofrecuencia, representada en (3), que es la que se aplica a los pasos sucesivos de amplificación a través de una toma variable de la resistencia de carga constituida por el potenciómetro de control de volumen.

Como la tensión necesaria para el control de sensibilidad debe ser sin ondulaciones, es decir, de voltaje constante, se toma una parte de la tensión de audiofrecuencia y se somete a un filtraje haciéndola pasar a través de una célula formada por una resistencia R_2 del orden de 1 MΩ y un condensador C_3, a través del cual pasa la componente de audiofrecuencia a masa. La tensión de salida de este filtro, que es la utilizada por el C.A.V. tiene un voltaje constante, V_1, y podemos representarla como se muestra en (4).

Como se ve por el esquema de la figura VIII-1 esta tensión es negativa con relación a masa y como, por otra parte, su valor depende del voltaje de la señal recibida por la antena y aplicada al diodo detector a través de los pasos precedentes del receptor, la tensión del C.A.V. será tanto mayor cuanto mayor sea la intensidad de dicha señal.

Al aplicarla a la rejilla de las lámparas controladas por el C.A.V. se hará su polarización más negativa, tanto más cuanto mayor sea la intensidad de la señal captada por la antena, reduciéndose la amplificación en la proporción consiguiente.

En resumen, podemos decir, que por medio del C.A.V. se regula automáticamente la ganancia de las lámparas controladas en forma que a mayor intensidad de la señal de entrada, menor será la ganancia y para señales débiles la acción de C.A.V. será despreciable, trabajando las lámparas con el máximo de ganancia. Esto se traduce en que el nivel de la señal aplicada a la rejilla del primer paso de amplificación en audiofrecuencia será sensiblemente constante y por tanto lo será también el nivel de la audición cualquiera que sea, dentro de ciertos límites, la intensidad de la señal sintonizada por el receptor. La fig. VIII-2 corresponde al esquema de aplicación de la tensión del C.A.V. a las rejillas de mando de las lámparas conversora (V_1) y amplificadora de F.I. (V_2).

C.A.V. DIFERIDO. — No resultaría práctico que variaciones momentáneas del nivel de la señal o señales muy débiles, reduzcan la ganancia del receptor ya que estas últimas

necesitan beneficiarse de la ganancia total.

Para salvar esta eventualidad y conseguir que el C.A.V. no funcione sino en el

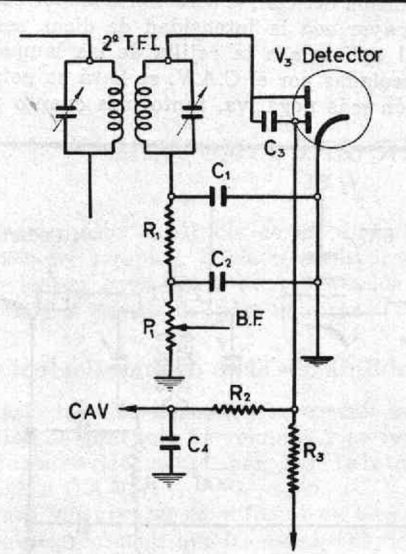


Fig. VIII-3. — Circuito de aplicación de C.A.V. diferido.

caso de que la señal alcance un determinado nivel se utiliza el denominado C.A.V. *diferido* cuyo circuito se funda en la aplicación de una determinada tensión negativa permanente para la polarización del diodo generador de la tensión de C.A.V.

Mientras el nivel de la señal de F.I. sea inferior a esta tensión de retardo el ánodo será negativo respecto al cátodo y no se establecerá la tensión del C.A.V. de la que se dispondrá únicamente cuando el nivel de dicha señal sea superior a la polarización negativa.

El circuito de aplicación del C.A.V. diferido es el mostrado en la fig. VIII-3.

En este caso una de las placas del diodo V_3 se utiliza para la función detectora y la otra para el suministro de la tensión de C.A.V.

La tensión negativa suplementaria se aplica a esta última placa a través de la resistencia R_3 de 1 MΩ. El condensador C_3, de 100 pF actúa como separador para evitar que esta tensión, cuyo valor es del orden de — 2 ó — 3 V y que se toma de un divisor de tensión adecuado, se aplique al diodo detector. Los valores normales de los restantes elementos son los clásicos en los circuitos de las figuras VIII-1 y VIII-2.

Indicador visual de sintonía

Es muy importante la exacta sintonización de los receptores superheterodinos para evitar deformaciones de la audición.

Para indicar el momento en que se ha conseguido el punto exacto de sintonía muchos aparatos están provistos de un indicador visual de sintonía, conocido corrientemente por la denominación de "ojo mágico".

El indicador permite obtener la sintonía exacta de una emisora cuya sintonía aproximada es conocida, con el altavoz en silencio, evitando la molestia que produce el paso por una serie de emisoras cuya sintonía corresponde al recorrido del condensador variable.

La lámpara utilizada como indicador visual de sintonía no es sino un diminuto tubo de rayos catódicos, cuyo funcionamiento se basa en la fluorescencia producida por el bombardeo de electrones sobre una pantalla asociada a un triodo. El conjunto está alojado en el interior de una ampolla de vidrio análoga a las utilizadas en las lámparas de radio.

El esquema de conexiones del indicador es el mostrado en la fig. VIII-4. Los valores típicos de las resistencias R_2 y R_3 son de 2 a 3 MΩ y de 1 MΩ respectivamente, siendo la capacidad de C_1 de 0,01 a 0,02 µF, valor suficiente para evitar el "parpadeo" del in-

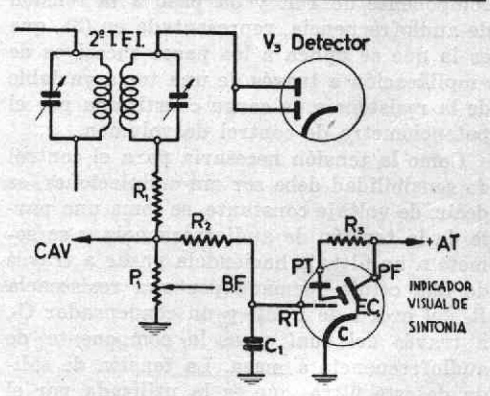


Fig. VIII-4. — Esquema de conexiones de un indicador visual de sintonía: P.F. Pantalla fluorescente; E.C. Electrodo de control; P.T. Placa del triodo; R.T. Rejilla del triodo; C. Cátodo.

dicador visual a las frecuencias más bajas de la señal detectada.

El funcionamiento del indicador visual es el siguiente: El triodo forma parte del mismo y trabaja como amplificador de la señal recibida.

La pantalla fluorescente (P.F.) recibe la tensión positiva (A.T.) a través de la resistencia R_3.

Unido a la placa del triodo (P.T.), el electrodo de control (E.C.) está sometido a una tensión variable según la intensidad de la señal recibida. Este electrodo regula el paso de los electrones hacia la pantalla (P.F.) y por tanto la magnitud del sector fluorescente.

Cuando se recibe en el diodo detector una señal de gran amplitud la rejilla del triodo se hace más negativa, disminuyendo la corriente de placa de éste y por tanto la caída de tensión a través de la resistencia R_3. En estas condiciones la tensión de la pantalla fluorescente (P.F.) es muy poco diferente de la del electrodo de control (E.C.) y por tanto el flujo de electrones que bombardean a P.F. será muy intenso y la fluorescencia de la pantalla ocupará la mayor parte de ésta, quedando un sector de sombra muy reducido.

Por el contrario, si la señal recibida es débil, disminuirá la polarización negativa de la rejilla del triodo y aumentará la corriente de placa. La caída de tensión en R_3 será suficiente para que la diferencia de potencial entre la pantalla fluorescente (P.F.) y el electrodo de control (E.C.) sea grande y esta circunstancia reducirá considerablemente el flujo de electrones que bombardea dicha pantalla, por lo que el sector luminoso de ésta se reducirá proporcionalmente.

En resumen: conocemos que la sintonía del receptor es perfecta cuando el sector de sombra se reduzca a un mínimo, según se indica en la fig. VIII-5 (a) pero cuando esté fuera de sintonía disminuirá el sector iluminado con el consiguiente aumento del sector de sombra, según puede apreciarse en la figura VIII-5 (b).

Amplificación de la señal detectada

Para el funcionamiento del altavoz asociado a la salida del sistema amplificador de audiofrecuencia, si se desea obtener un nivel sonoro adecuado para proporcionar una audición agradable en un local de dimensiones medias, se requiere una potencia razonable que es suministrada por las lámparas denominadas amplificadoras de potencia.

Pero estas lámparas necesitan que la tensión de la señal aplicada a su rejilla de mando sea del orden de los 12 V, y siendo solamente de 1 V la señal de salida del detector, es evidente que se requiere un paso de amplificación intermedio entre el detector

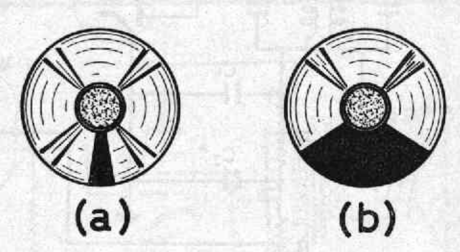


Fig. VIII-5. — Aspecto de la pantalla fluorescente del indicador visual de sintonía: (a) Con el receptor sintonizado; (b) Con el receptor fuera de sintonía.

y el amplificador de potencia, denominado "preamplificador" del que nos vamos a ocupar seguidamente.

Preamplificador de B.F.

Según lo dicho anteriormente este paso de amplificación tiene por misión elevar la tensión de la señal detectada de 1 V a unos 12 V.

El valor de 1 V asignado a la señal detectada es aproximado, pues es evidente que dependerá del de la señal de entrada que varía entre amplios límites.

Esto justifica la intervención de un elemento que permita regular el voltaje de la señal aplicada a la entrada del preamplificador para obtener un voltaje sensiblemente constante, cualquiera que sea el de la señal de salida del detector. Este elemento, conocido con la denominación de "control de volumen", no es sino un potenciómetro (P_1), según puede apreciarse en la fig. VIII-6 que representa los pasos detector y preamplificador de B.F.

El cursor del potenciómetro de control de volumen (P) se une directamente a la rejilla de la lámpara preamplificadora de B.F. lo que permitirá variar entre ambos límites el voltaje de la señal aplicada a la misma y por tanto el de la señal de salida. La resis-

tencia del potenciómetro P_1 es, generalmente, de 500.000 Ω.

La resistencia R_2 es la de polarización automática de rejilla, que, como sabemos va

amplificadora de potencia, por medio de una red de acoplamiento formado por la resistencia de carga de placa del preamplificador R_1 y cuyo valor oscila entre los 100.000

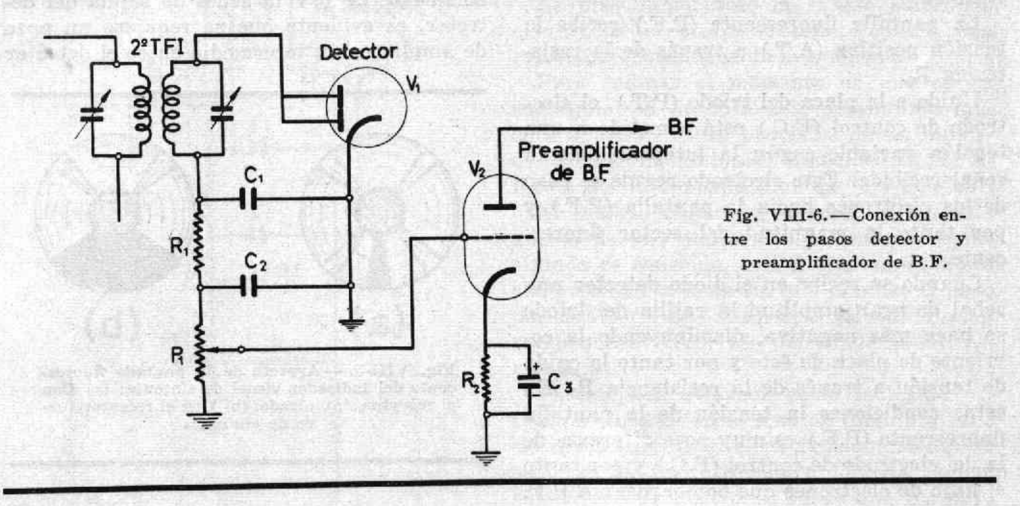


Fig. VIII-6. — Conexión entre los pasos detector y preamplificador de B.F.

shuntada por un condensador electrolítico (C_3) para paso de la componente alterna de la corriente de placa.

La creación de lámparas múltiples ha hecho posible en los receptores actuales utilizar una sola lámpara del tipo doble diodo-triodo, en lugar de las dos (V_1 y V_2) para las funciones detectora y preamplificadora y en este caso las conexiones de la misma son las representadas en la fig. VIII-7.

El paso de la fig. VIII-6 a la VIII-7 es sencillísimo y no requiere explicaciones complementarias ya que los elementos utilizados son los mismos y sus conexiones no han experimentado variación alguna.

El conjunto R_2-C_3 forma el circuito de polarización de rejilla del triodo y sus valores dependen de la lámpara utilizada. La resistencia R_3, de escape de rejilla, suele ser de 500.000 Ω y está conectada a masa, por lo que para evitar la conexión entre ésta y el cursor del potenciómetro en corriente continua permitiendo el paso de la señal de B.F. hasta la rejilla del triodo, se ha intercalado un condensador C_4, cuya capacidad suele ser de 0,01 ó 0,02 μF.

Amplificador final (fig. VIII-8)

El circuito de placa del amplificador previo, se une al de rejilla de la lámpara final,

y 500.000 Ω, el condensador C_1 de unión, cuyo valor es del orden de 0,01 a 0,05 μF y la resistencia R_2 de escape de rejilla, normalmente de 500.000 Ω.

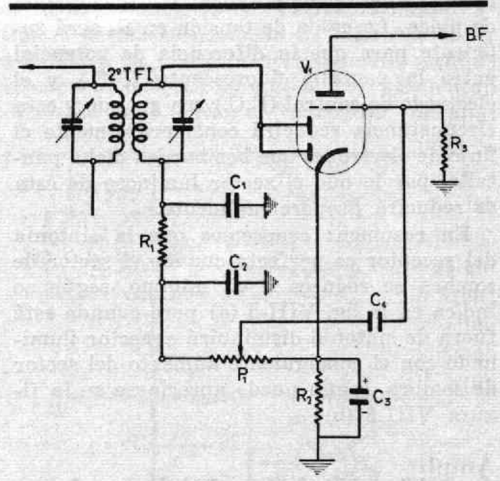


Fig. VIII-7. — Esquema de conexiones del paso combinado del detector con el preamplificador de B.F.

Este método de acoplamiento se denomina *a resistencia-capacidad* y ha sustituido totalmente al acoplamiento por transformador usado en los receptores primitivos, pues aun-

que su ganancia en tensión es menor se ve compensada por la mayor amplificación suministrada por las lámparas modernas y la distorsión introducida en la señal es prácticamente nula, lo que no ocurre con el acoplo por transformador.

Entre la placa del preamplificador y masa se ha derivado un condensador C_3 de 100 a 250 pF, que no es realmente indispensa-

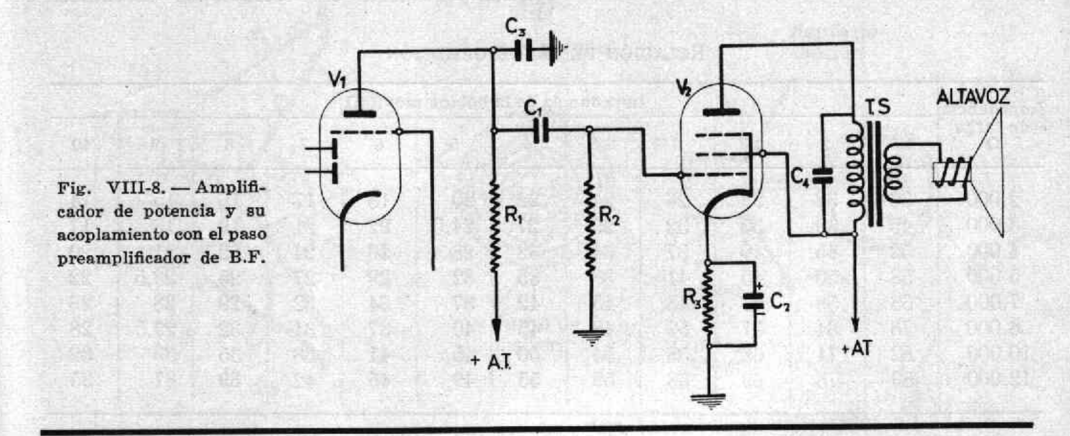


Fig. VIII-8. — Amplificador de potencia y su acoplamiento con el paso preamplificador de B.F.

ble, pero resulta muy conveniente para dar paso a masa a los posibles residuos de F.I. presentes en la señal detectada.

La corriente de placa del triodo preamplificador determina una diferencia de potencial variable entre los terminales de la resistencia R_1 que aplicada al condensador C_1 produce en el mismo cargas y descargas que se aplican a la rejilla del paso final.

Los valores de las resistencias R_1 y R_2 varían según las características de las lámparas utilizadas. La capacidad de C_1 tiene influencia en la gama de frecuencias reproducidas. Si su capacidad es pequeña, ofrecerá mayor dificultad a la transmisión de las frecuencias más bajas.

La lámpara V_2 utilizada en el paso final es generalmente de uno de los tipos tetrodo o pentodo, entre las que podemos mencionar las EL41, EL3N, 6V6, 6L6 y otras similares para los receptores alimentados con corriente alterna y las UL41, UL80, 25LG, 50B5 para los alimentados indistintamente por ambas corrientes, continua o alterna.

La polarización de la lámpara final se obtiene automáticamente, por medio de la resistencia R_3, variable según el tipo de lámpara, entre 150 y 500 Ω, shuntada por el condensador electrolítico C_2, de 25 a 50 μF. En el circuito de placa de V_2 se intercala el primario del transformador de salida T.S., cuyo objeto es conseguir la mayor transferencia de potencia entre dicho circuito, cuya impedancia es del orden de 7.000 a 15.000 Ω y el altavoz, que como veremos más adelante, tiene una impedancia en general inferior a 10 Ω.

Si se realizase una conexión directa entre la lámpara y el altavoz se perdería una gran cantidad de energía por incorrecta adaptación entre dos impedancias de un valor tan distinto.

Considerando el circuito de placa de V_2 como un generador de corriente y la bobina del altavoz como su circuito de carga, debemos aplicar el principio general que nos dice que para obtener la potencia máxima en un circuito de utilización conectado a un generador, se requiere que las impedancias de ambos sean iguales.

Resulta imposible esta igualación en nuestro caso, pero puede conseguirse mediante un elemento auxiliar que es el transformador de salida T.S. con una relación de transformación adecuada.

Esta relación está definida por la relación entre el número de espiras de sus devanados primario y secundario y su valor debe ser el determinado por la relación

$$n = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

siendo Z_1 y Z_2 las impedancias de carga de la lámpara final, o sea la impedancia del

primario de transformador de salida T.S. y la del altavoz.

La tabla que incluimos a continuación sirve para determinar la relación de transformación del transformador de salida, conociendo el valor de la impedancia de carga de la lámpara final, que figura en los Manuales de lámparas y la de la bobina móvil del altavoz.

El examen de esta tabla nos permite comprobar:

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Impedancia de carga Ω	Impedancia de la bobina móvil (Ω)											
	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
2.000	36	32	28	26	24	22	20	18	17	16	15	14
3.000	45	39	35	32	29	27	24,5	22	21	19	18	17
4.000	52	45	40	37	34	32	28	26	24	22	21	20
5.000	58	50	45	41	38	35	32	29	27	25	23,5	22
7.000	68	59	53	48	45	42	37	34	32	29	28	26
8.000	73	64	57	52	48	45	40	37	34	32	29,5	28
10.000	82	71	63	58	54	50	45	41	38	35	33	32
12.000	89	78	69	63	59	55	49	45	42	39	37	35

1.º Que un mismo transformador puede ser utilizado con lámparas diferentes, según la impedancia de la bobina móvil del altavoz.

Por ejemplo: Supongamos un transformador cuya relación de transformación sea de 32. Si la impedancia de la bobina móvil tiene los valores que se indican a continuación, podrá utilizarse con las lámparas finales que se mencionan.

Transformador con relación de transformación = 32.

Impedancia del altavoz (Ω)	Impedancia de carga de la lámpara final (Ω)	Tipo de la lámpara final
2	2.000	CBL6 - 25L6
3	3.000	UL41 - EL6
4	4.000	EL6 - 6L6
7	7.000	6V6 - 42 - EBL1

2.º Que si se duplica la relación de transformación n se cuadruplica la impedancia del primario cuando se conserva el mismo altavoz, e inversamente.

3.º Que si se aumenta la impedancia del altavoz, conservando el mismo valor para la relación de transformación (n) deberá aumentarse la impedancia del primario.

El altavoz

Para traducir en sonidos las corrientes detectadas y convenientemente amplificadas por los pasos preamplificador y de potencia, se utiliza un elemento capaz de convertir las oscilaciones o vibraciones eléctricas que dan forma a las corrientes microfónicas que se utilizaron en la emisora para modular la onda-portadora en vibraciones mecánicas que transmitidas al aire sean capaces de impresionar nuestro sentido del oído.

Aun cuando son muy diferentes los tipos de altavoces que han sido empleados en épocas anteriores, por no complicar nuestra información nos vamos a referir exclusivamente a los denominados "electrodinámicos".

Las partes esenciales de que se compone este tipo de altavoces son las siguientes:

1.º Armadura exterior conocida por "culata" de forma variable según la marca del altavoz.

2.º Núcleo de hierro dulce fijo a la armadura. Cuando el campo magnético necesario para el funcionamiento del altavoz se crea por medio de un electroimán, se devana sobre este núcleo una bobina formada por 2 ó 3.000 espiras de hilo esmaltado de 0,2 milímetros aproximadamente cuyas extremidades se conectan a terminales dispuestos sobre una regleta de conexiones o sobre la pieza metálica que soporta los bordes del cono del altavoz.

3.º Bobina de "campo" o excitación. Cuando el campo magnético excitador se crea por medio de un imán permanente no es necesaria la bobina de "campo". Para alimentar esta bobina se utiliza la corriente rectificada de A.T. y en muchos casos la bobina de

"campo" sirve como bobina de choque para el filtro de la unidad rectificadora.

4.° Bobina móvil ligerísima, formada generalmente devanando unas decenas de hilo esmaltado muy fino sobre un pequeño tubo de cartón barnizado, cuyos terminales se fijan en dos ojetes de conexión (7) unidos a terminales exteriores (8).

5.° Suspensión elástica ondulada o de otra forma adecuada representada en detalle en las figuras VIII-9 (B) y (C). Esta suspensión cumple tres fines, a saber: mantener perfectamente centrada la bobina móvil en el entrehierro del electroimán o del imán permanente; hacer que su desplazamiento a lo largo del núcleo se realice sin roces ni impedimentos y finalmente proteger el entrehierro del polvo y especialmente de partículas metálicas que pueden introducirse en el mismo.

6.° Membrana o "cono" de papel especial solidario de la bobina móvil.

7.° Terminales de conexión de la bobina móvil.

8.° Pieza metálica fija a la culata, cuyo borde exterior soporta elásticamente el borde exterior del cono del altavoz. La elasticidad de este soporte, permite la vibración del mismo como consecuencia de los desplazamientos longitudinales de la bobina móvil.

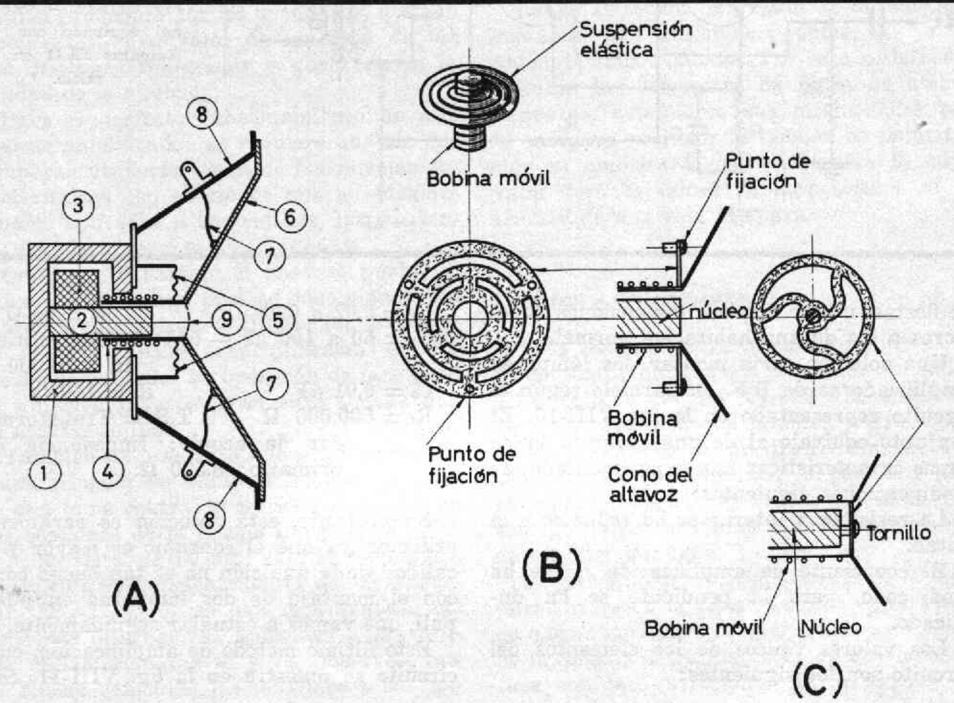


Fig. VIII-9. — Elementos constitutivos de un altavoz "dinámico": (A) Disposición de estos elementos; (B) Suspensión elástica del cono del altavoz por su parte posterior; (C) Suspensión elástica del cono del altavoz por su parte anterior.

Al transmitirse a las capas de aire próximas estas vibraciones producen en nuestro oído la sensación de los sonidos transmitidos que han sido detectados en forma de corrientes de audiofrecuencia por el detector.

9.° Protección de cartón baquelizado contra el polvo y materias extrañas.

Paso final en contrafase o push-pull

Aun cuando en los receptores de tipo doméstico se puede conseguir una audición agradable cuando el paso final está equipado con un tetrodo o pentodo amplificador de potencia, en ciertos casos particulares se requiere una potencia más elevada, como sucede cuando se trata de sonorizar una sala

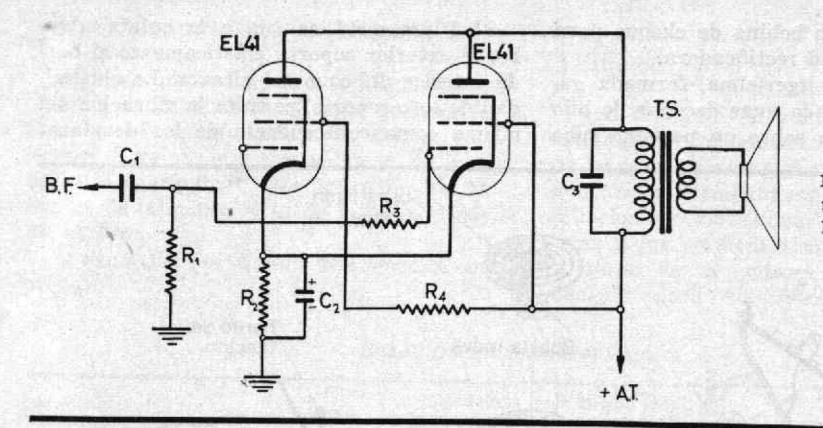


Fig. VIII-10. — Paso final equipado con dos lámparas EL41 en paralelo.

de fiestas, u otro local de dimensiones superiores a las de una habitación normal.

Una solución sería montar dos lámparas amplificadoras de B.F. en paralelo según el circuito representado en la fig. VIII-10. El conjunto equivale al de una lámpara única cuyas características han experimentado las modificaciones siguientes:

La resistencia interna se ha reducido a la mitad.

El coeficiente de amplificación no se ha modificado, pero la pendiente se ha duplicado.

Los valores típicos de los elementos del circuito son los siguientes:

$C_1 = 0{,}02$ a $0{,}03$ μF
$C_2 = 50$ a 100 μF — 500 V. (electrolítico)
$C_3 = 0{,}01$ μF
$R_1 = 500.000$ Ω
$R_2 = 90$ Ω.
$R_3 = 10.000$ Ω
$R_4 = 100$ Ω
T.S. = Transformador de acoplo: Impedancia del primario: 3.500 Ω.

No obstante, esta solución es raramente utilizada ya que el consumo es mayor y la calidad de la audición no es tan buena como con el montaje de dos lámparas en push-pull, que vamos a estudiar seguidamente.

Este último método de amplificación, cuyo circuito se muestra en la fig. VIII-11, con-

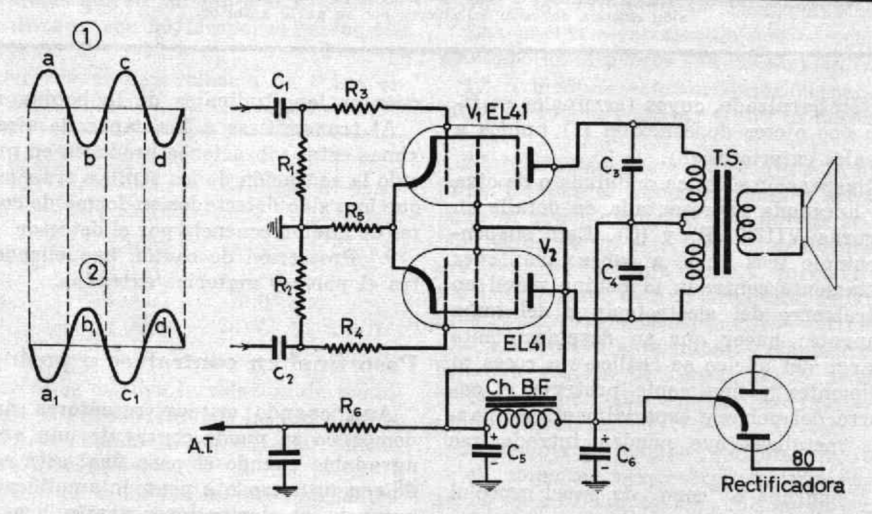


Fig. VIII-11. — Amplificador push-pull con dos lámparas EL41.

siste en hacer que las tensiones aplicadas a las rejillas de ambas lámparas sean exactamente iguales, pero con fases opuestas. Las dos lámparas trabajan simultáneamente y por su forma de conexión suprimen la distorsión producida por los armónicos, que son frecuencias cuyo valor es múltiple de las que deseamos reproducir y que reducen la calidad de la audición.

Para el perfecto funcionamiento de este tipo de amplificador se requiere que las dos lámparas utilizadas sean de las mismas características con objeto de que a tensiones iguales aplicadas a sus rejillas, las corrientes de placa sean también iguales.

Como contrapartida el paso en push-pull exige una lámpara previa, denominada *defasadora* cuya misión es dividir las tensiones de placa del paso preamplificador en dos tensiones parciales en oposición de fase para su aplicación, respectivamente, a cada una de las dos rejillas.

También es necesario que el primario del transformador de salida (T.S.) esté provisto de una toma central que divida al mismo en dos secciones de la misma impedancia.

A la vista de la fig. VIII-11 se explica fácilmente el funcionamiento del amplificador. En (1) y (2) se han representado las tensiones alternativas aplicadas a las rejillas de las lámparas V_1 y V_2. Obsérvese que en ambas coinciden los máximos y los mínimos, pero en oposición de fase, es decir, que en el momento en que la tensión aplicada a V_1 corresponde a un máximo "positivo" *a*, a la V_2 le corresponde otro máximo a_1, pero "negativo". Los momentos en que las tensiones (1) y (2) son nulas coinciden igualmente.

La alimentación de las placas de V_1 y V_2 se aplica a través de las dos secciones del primario del transformador T.S. a partir del punto central del mismo, conectado al + de A.T.

Como, según hemos visto, cuando la tensión aplicada a la rejilla V_1 se hace progresivamente más positiva, la aplicada a la rejilla de V_2 se va haciendo más negativa por lo que la corriente de placa de V_1 irá aumentando y la de V_2 disminuyendo; de aquí la denominación "push-pull" de este circuito (push traducido al castellano significa "empuja" y pull significa "tira"). El incremento de la corriente de placa de V_1 es igual en cada momento a la disminución de la de V_2.

Las dos secciones del primario están devanadas en sentido contrario por lo que los efectos instantáneos de las mismas sobre el secundario son coincidentes, sumándose y creando una tensión considerable para la excitación del altavoz.

La polarización de rejilla se obtiene conectando una resistencia única, R_5, a la unión de ambos cátodos. Por esta resistencia circulan las corrientes de placa de ambas lámparas, sumándose sus intensidades por lo que para producir la tensión de polarización se necesitará una resistencia R_5 cuyo valor será la mitad de la necesaria si se tratase de una sola lámpara.

Lámpara defasadora

Esta lámpara cuya misión auxiliar es la de conseguir que las dos tensiones aplicadas a las rejillas de V_1 y V_2 estén en oposición de fase, resultado que también podría obtenerse por medio de un transformador con toma central en el secundario, pero este procedimiento está casi en desuso y resulta más sencillo y más económico el defasaje por medio de una lámpara.

El principio del funcionamiento de la lámpara inversora de fase se funda en el hecho de que en cualquier lámpara, las variaciones de la tensión de rejilla están en oposición de fase con las variaciones de la tensión de placa.

Para explicar su funcionamiento, nos referimos a la fig. VIII-12 en la que para completar el conjunto, se han representado, no solamente la lámpara defasadora V_2, sino las preamplificadoras V_1 y las V_3 y V_4 del paso en push-pull, aunque en estas tres últimas se han suprimido algunas de sus conexiones habituales.

La salida de placa de V_1 tiene dos caminos: por uno de ellos se aplica la señal a través de C_1 a la rejilla de V_3, mientras que el otro se establece por medio de la lámpara defasadora V_2, a cuya rejilla se aplica una tensión tomada del divisor de tensión formado por R_3 y R_4.

Como la lámpara V_2 proporciona cierta amplificación, es evidente que la tensión aplicada en el punto (A) no podrá ser igual a la aplicada en (B) y por tanto no podrán ser iguales las tensiones instantáneas de las rejillas de V_3 y V_4, condición que recordaremos es indispensable para el buen funcionamiento del push-pull.

Por consiguiente será necesario recurrir

a algún procedimiento para que se cumpla esta condición. Entre los diversos que pueden utilizarse, indicaremos uno que se aplica frecuentemente y que consiste en montar, $R_3 + R_4$ deberá ser igual a $R_6 = 500.000\ \Omega$ aproximadamente.

Con objeto de facilitar el trabajo vamos a dar algunos valores aplicables a las lám-

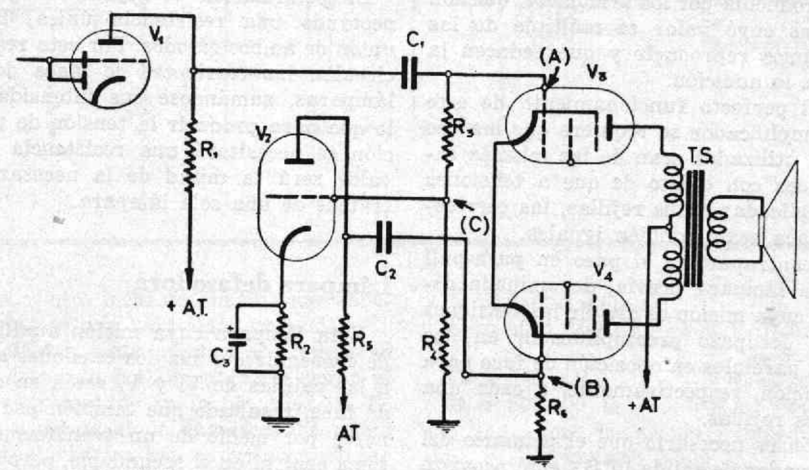


Fig. VIII-12. — Amplificador en push-pull con válvula defasadora V2.

como resistencia de escape de la rejilla de V_3, un divisor de tensión R_3-R_4 y tomar en el punto (C), de unión de R_3 con R_4 una tensión tal, que amplificada por la defasadora V_2 permita obtener en (B) una tensión igual a la existente en (A). En muchos casos suele suprimirse el condensador C_3 de cátodo de la defasadora, lo que producirá una disminución de la ganancia de la misma, como veremos en el momento oportuno, disminución que debe tenerse en cuenta para fijar los valores de las resistencias R_3 y R_4.

Los valores de los restantes elementos son los siguientes:

C_1 y $C_2 = 0{,}05\ \mu F$; $C_3 = 25\ \mu F$ — 25 (electrolítico) — $R_6 = 500.000\ \Omega$.

Los valores de R_1, R_2 y R_3 dependen de las características de las lámparas V_1 y V_2 y pueden encontrarse en los Manuales de lámparas y deberá tenerse presente que paras que se mencionan, trabajando como defasadores.

Características del paso final en push-pull

En la tabla que se incluye a continuación se dan las principales características del paso final en push-pull, según los tipos de lámparas utilizados haciendo referencia a la figura VIII-11.

Como puede observarse, el consumo de corriente de A.T. que alimenta las placas y rejillas pantalla varía entre límites bastante amplios ya que con la lámpara 6V6 por ejemplo, es de 75 mA en los momentos de silencio, llegando hasta 105 mA a máxima potencia.

Si la toma de A.T. para las placas de las

Tipo de lámpara	R_3 (con el condensador C_3) Ω	R_4 (con el condensador C_3) Ω	R_5 (con el condensador C_3) Ω	R_3 (sin el condensador C_3) Ω	R_4 (sin el condensador C_3) Ω
EF - 41 (conectada como triodo)	470.000	30.000	50.000	470.000	30 000
EBC41	470 000	12.000	100.000	470 000	20.000
6AV6 (conectada como triodo).	470.000	20 000	25.000	470.000	25.000
6AV6	470.000	12.000	100.000	470.000	25.000

Lámparas	A.T. (V)	R_5 (Ω)	Impedancia de carga (Ω)	Consumo total cte. de A.T. (mA)	Potencia de salida máx. (W)
EL41	250	85	7.000	82 a 95	9,4
EL42	200	310	15.000	45	4,1
EL39	250	310	15.000	56	6,5
	425	315	10.000	100 a 120	25
UL41	100	100	4.000	68	2,25
	170	100	4.000	130	9
6V6	250	180	10.000	75 a 92	10
	285	210	8.000	75 a 105	14
6L6	260	125	5.000	145 a 162	5,81

dos lámparas EL41 se hiciese a la salida del filtro y la bobina Ch.B.F. tuviese una resistencia elevada, cosa que ocurre frecuentemente si la bobina ha de tener una impedancia adecuada para un buen filtraje, se produciría una caída de tensión grande lo que reduciría excesivamente la disponible para el resto del receptor.

Afortunadamente, pueden alimentarse las placas de las EL41 con la corriente de A.T. antes del filtraje ya que el dispositivo simétrico del primario del transformador de salida (T.S.) con toma central, suprime el zumbido de red que se produciría en un amplificador de una sola lámpara.

El valor de la inductancia de la bobina Ch.B.F. suele ser de 10 henrios y su resistencia de unos 500 Ω. La resistencia R_6 será de 1.500 a 2.000 Ω.

Control de tono

Dentro del proceso de recepción, resulta difícil que todas las frecuencias se amplifiquen en la misma proporción llegando al paso final en niveles proporcionales a los de entrada. En la práctica un margen de frecuencias resulta más amplificado que otro, lo que se expresa diciendo que existe una distorsión de frecuencia.

Por otra parte, el oído humano es más sensible a las frecuencias medias y altas, lo que se acentúa cuando se trata de potencias sonoras reducidas, siendo necesario compensar el menor nivel o falta de las notas graves, que son los que dan mayor relieve a la audición.

Para compensar esta distorsión se han diseñado los circuitos llamados "correctores de tono" o "control de tono" que ofrecen muchísimas variantes.

El más elemental de todos ellos es el representado en la fig. VIII-13 y está constituido por un condensador C_1 de 0,01 μF en serie con un potenciómetro P_1 de 50.000 Ω, en derivación con el circuito de rejilla.

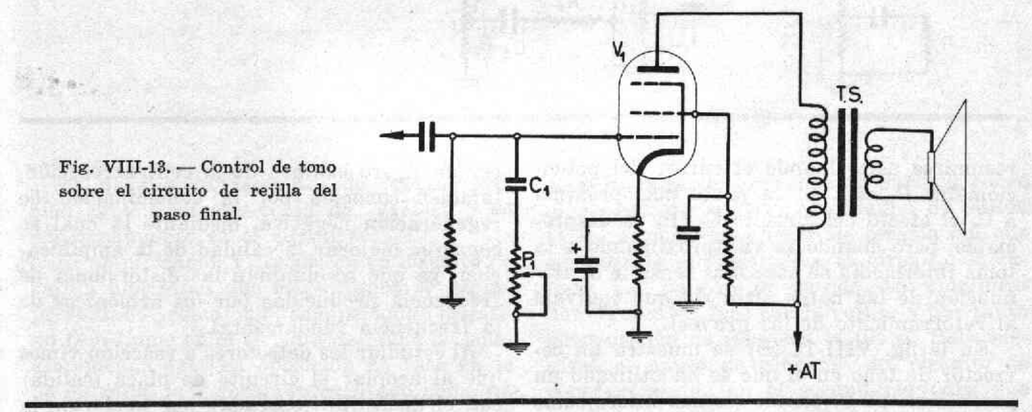


Fig. VIII-13. — Control de tono sobre el circuito de rejilla del paso final.

A medida que el cursor de P_1 se desplaza hacia C_1 se introduce mayor pérdida a las frecuencias altas. Las frecuencias más bajas encuentran gran dificultad a su paso a masa a través de C_1 - P_1 por lo que se aplicarán a la rejilla de V_1 sin pérdida alguna y por tanto su amplificación relativa será mayor que la de las frecuencias altas.

Ante la imposibilidad de ofrecer los numerosos circuitos de control de tono existentes, vamos a resumir esta información limitán-

donos a dos que, a pesar de su sencillez proporcionan un buen resultado.

La fig. VIII-14 (A) muestra uno de estos circuitos, en el que el potenciómetro de control de volumen P_1 está provisto de una toma intermedia que divide la resistencia total de P_1 en dos secciones de resistencia R_1 y R_2 de las que R_1 es de 5 a 10 veces mayor que R_2.

El punto de unión de R_1 y R_2 se conecta a masa a través de un circuito corrector de tono formado por C_2 y R_3 en serie.

El funcionamiento de este circuito puede resumirse así: Cuando el cursor del potenciómetro P_1 está en la parte más próxima a C_1 el efecto del circuito C_2 - R_3 es despreciable, pero cuando se va aproximando a la toma intermedia se hace más sensible la atenuación de las notas altas (lo que equivale al reforzamiento de las graves).

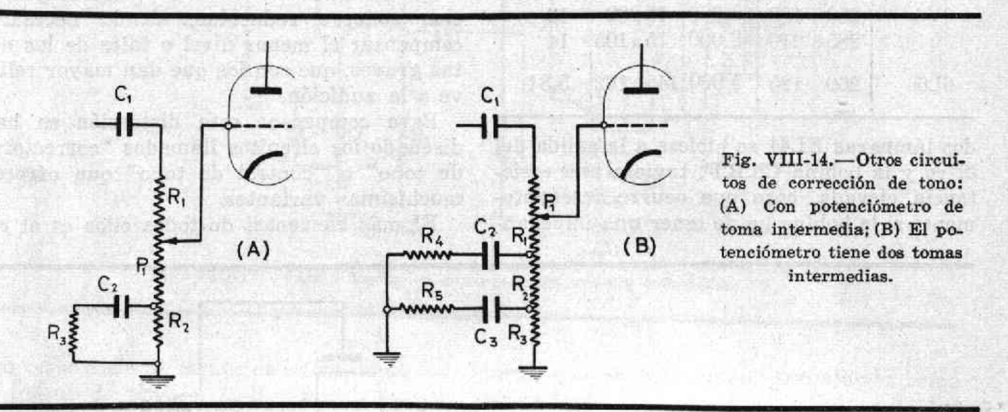


Fig. VIII-14.—Otros circuitos de corrección de tono: (A) Con potenciómetro de toma intermedia; (B) El potenciómetro tiene dos tomas intermedias.

En la fig. VIII-14 (B) se muestra un corrector de tono en el que se ha utilizado un potenciómetro P_1 con dos tomas intermedias en el que las secciones R_2 y R_3 son iguales y ambas de la décima parte de resistencia que tiene la sección R_1, es decir:

$$R_2 = R_3 = R_1/10$$

Los valores de R_4 y R_5, C_1 y C_2 pueden calcularse fácilmente por medio de estas sencillas relaciones:

$$R_4 = 0{,}11\,R_2;\; R_5 = 0{,}125\,R_2;\; C_1 = \frac{4000}{R_2}:\; C_2 = \frac{3900}{R_2}$$

en las que C_1 y C_2 vienen expresadas en picofaradios (pF) y R_2 en megohmios (MΩ).

Aclaremos los conceptos anteriores con un ejemplo:

Supongamos que el potenciómetro P_1 sea de 0,5 MΩ. El valor de R_2 y R_3 será de 40.000 Ω aproximadamente, por consiguiente:

$R_4 = 0{,}11 \times 40.000 = 4.400$ Ω.
$R_5 = 0{,}125 \times 40.000 = 5.000$ Ω.
$C_1 = 4.000 : 0{,}04 = 100.000$ pF $= 0{,}1$ μF.
$C_2 = 3.900 : 0{,}04 = 97.500$ pF $= 0{,}0975$ μF.

Contrarreacción

Antes de terminar el estudio de la parte de audiofrecuencia del receptor vamos a hacer un ligero examen de la contrarreacción, también conocida por la denominación de regeneración negativa, mediante la cual se consigue mejorar la calidad de la amplificación, ya que se eliminan las distorsiones de frecuencia producidas por los armónicos de la frecuencia fundamental.

Al estudiar los detectores a reacción vimos que al acoplar el circuito de placa (salida) con el de rejilla (entrada) por medio de la bobina de reacción se aumentaba la sensibilidad del receptor o dicho en otras palabras, la reacción aumenta la ganancia o amplificación.

También se produce este mismo efecto, dando lugar a oscilaciones indeseables cuando por excesiva proximidad entre las conexiones correspondientes se crea un acoplamiento fortuito entre los circuitos de entrada y salida de un amplificador.

Para que se produzca la reacción y el consiguiente aumento de ganancia se requiere que haya coincidencia de fase entre la señal de entrada y la que se toma a la salida del amplificador.

Cuando ocurre lo contrario, es decir, cuan-

do la señal de entrada y la de reacción están en fases opuestas, el efecto es el contrario y recibe el nombre de *contrarreacción.* Sus resultados sobre el amplificador son inversos, es decir, disminuye su ganancia y se reduce su tendencia a la oscilación por una parte y por otra se mejora la calidad de la audición en el receptor.

que la (B), es decir, habrá disminuido la amplificación.

Por no extendernos demasiado nos limitaremos a considerar dos circuitos típicos, de entre la gran variedad existente para aplicación de la tensión de contrarreacción.

Veamos el representado en la fig. VIII-16 (A). Como puede apreciarse, las resistencias

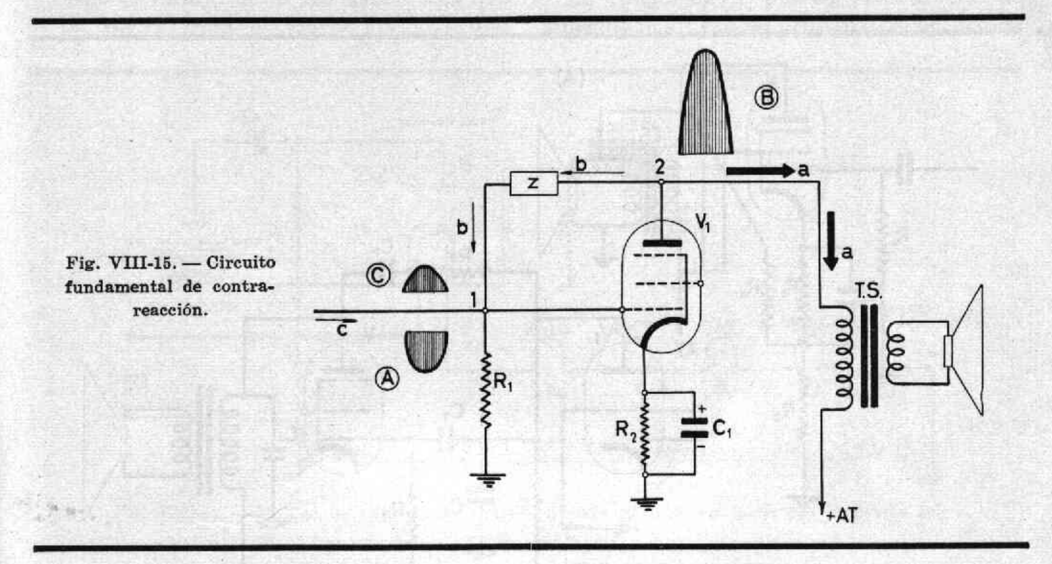


Fig. VIII-15. — Circuito fundamental de contrarreacción.

El circuito fundamental de contrarreacción es el mostrado en la fig. VIII-15 y su funcionamiento es el siguiente:

El amplificador V_1 recibe en su circuito de rejilla una señal que en la figura se ha representado como un semiperíodo negativo (A). Como en el circuito de placa la señal amplificada está en oposición de fase en la de entrada, la hemos representado como un semiperíodo positivo (B) de amplitud mayor que la de (A).

En el punto 2 la corriente de placa se divide en dos partes: una, la representada por la flecha de trazo grueso *a* se dirige al transformador de salida y la otra, representada por la flecha de trazo fino *b*, que es una pequeña parte de la corriente total, se aplica a la rejilla de V_1. Esta parte es la representada por un semiperíodo positivo (c) igual que la de placa, pero de muy pequeña amplitud ya que debe ser menor que la de (A). En el punto 1 se une a la señal de entrada, pero como están ambas en oposición, la resultante será de menor amplitud que la (A) y por consiguiente la de salida será menor

R_2 y R_3 en serie, montadas en paralelo sobre el secundario del transformador de salida (T.S.) forman un divisor de tensión del que se toma la que se aplica al circuito de cátodo. La tensión de cátodo del amplificador V_1 está en fase con la rejilla y por tanto en oposición de fase con la placa. Debe elegirse el punto de conexión del circuito de contrarreacción en el secundario para que la tensión aplicada al cátodo en la base de la resistencia R_1, esté en fase con la placa o lo que es igual, en oposición de fase con la tensión de cátodo.

Los valores de R_2 y R_3 determinan el "porcentaje" de contrarreacción. En el caso que consideramos, el porcentaje *t* será:

$$t = \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

Si $R_2 = 80\ \Omega$ y $R_3 = 320\ \Omega$

$$t = \frac{80}{400} = 0{,}2 = 20\ \%$$

El correspondiente a la fig. VIII-16 (B) incluye en el circuito de contrarreacción la

resistencia R_3 y el condensador C_3 así como el C_1 en paralelo con el conjunto R_1 - C_2 - R_3.

En general, los circuitos de contrarreacción están formados por resistencias y condensadores lo que significa que la tensión de contrarreacción en el punto de aplicación de la misma dependerá de la frecuencia ya que, como sabemos, la impedancia de los circuitos en que se incluye uno o más condensadores o inductancias, depende de la frecuencia. Correctamente, en el circuito de la fig. VIII-16 (B) la impedancia del condensador será mayor para las frecuencias bajas que para las altas y como consecuencia la tensión de contrarreacción aplicada en el punto 1 será mayor para las segundas que para las primeras y éstas serán más amplificadas que las altas.

El condensador C_1 por el contrario, permitirá el paso hacia masa con más facilidad a las frecuencias altas que a las bajas y hará que las frecuencias altas sean más amplificadas que las bajas.

De esto se deduce fácilmente que el circuito de contrarreacción ejerce también el papel de control de tono en el que mediante la conveniente elección de los valores de C_1 - C_3 - R_1 y R_3 puede aumentarse la amplificación de las notas graves, medias o altas.

Receptores para corriente continua y alterna

En algunas localidades y en ciertos sectores la red del alumbrado es de corriente continua, aunque estos casos van siendo menos cada día. No obstante, con objeto de que el cambio de corriente haga innecesario el del receptor, se construyen receptores que pueden funcionar indistintamente con ambas clases de corrientes, por los que se les denomina "universales".

En la fig. VIII-17 se representa el esquema de la unidad de alimentación de un receptor universal de los primitivos modelos, en los que se utilizaban lámparas de 0,3 A en filamento, tipo americano, que generalmente eran la 25Z5 (rectificadora), 25L6 (amplificadora de potencia), 6Q7 (detectora-preamplificadora), 6K7 (amplificadora de F.I.) y 6A7 (conversora). Todos los filamentos van montados en serie y con una lamparita piloto de 6 V. Si sumamos las

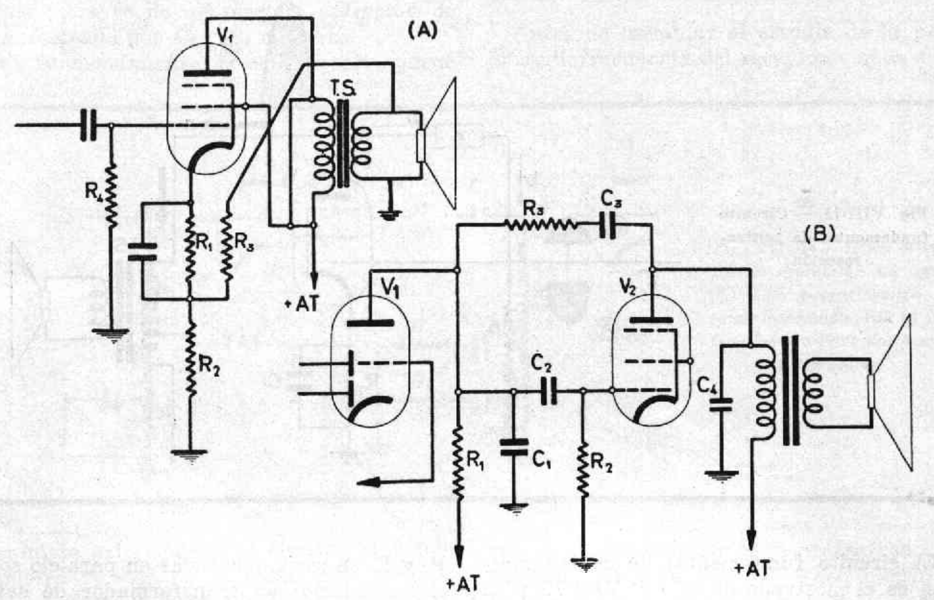


Fig. VIII-16. — Dos circuitos típicos de contrarreacción: (A) La tensión de contrarreacción se aplica al circuito de cátodo; (B) El circuito de contrarreacción comprende los circuitos R_3-C_3 (serie) y R_1-C_1 (paralelo).

caídas de tensión producidas por cada uno de los filamentos, tendremos:

$$\frac{25Z5}{25\ V} + \frac{25L6}{25\ V} + \frac{6K7}{6,3\ V} + \frac{6A7}{6,3\ V} + \frac{6Q7}{6,3\ V} + \frac{Piloto}{6\ V} = 75\ V.$$

Como el voltaje de la red suponemos que es de 125 V, será necesario producir una caída de voltaje de $125 - 75 = 50$ V, mediante una resistencia R_1, cuyo valor será de

$$\frac{V}{I} = \frac{50}{0,3} = 166\ \Omega$$

y su vataje será de

$I^2 \times R = 0,3^2 \times 166 = 0,09 \times 166 = 15$ V.

El consumo de la lamparita piloto suele ser de 0,1 A, por lo que será necesario derivar 0,2 A por la resistencia R_2 cuyo valor será de $\frac{V}{I} = \frac{6}{0,2} = 30\ \Omega$

y su vataje será de $I^2 \times R = 0,2^2 \times 30 = 0,04 \times 30 = 1,2$ vatios.

Como la resistencia de los filamentos de las lámparas en frío, es decir, en el momento en que se enchufa el receptor a la red, es mucho menor que en caliente, la intensidad será en el primer momento relativamente grande. La resistencia R_2 absorberá buena parte de este exceso de intensidad, evitando que se funda la lamparita piloto y se interrumpa el circuito de los filamentos y por consiguiente, el funcionamiento del receptor.

Teóricamente podría adoptarse un orden cualquiera en la conexión de los filamentos, pero en la práctica y con objeto de reducir al mínimo la diferencia de potencial entre la masa y el filamento de la preamplificadora de B.F. se adopta el orden que se indica en la fig. VIII-17.

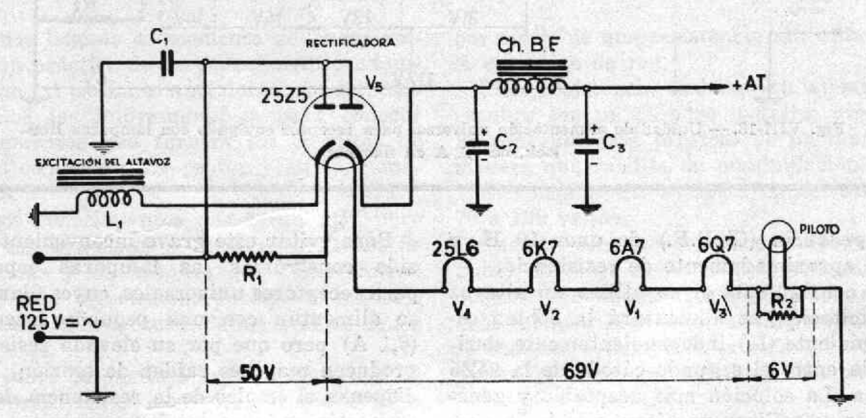


Fig. VIII-17. — Unidad de alimentación universal para receptor equipado con lámparas de 0,3A en filamento.

Es fundamental que en esta unidad de alimentación haya de prescindirse del transformador utilizado en los receptores de corriente alterna ya que en este caso ha de alimentarse el receptor tanto con esta corriente como con la continua.

El sistema rectificador es de media onda (una sola alternancia) ya que no se dispone del secundario de A.T. con toma central a masa, como en los receptores de alterna.

Cuando se alimenta el receptor con alterna la rectificadora funciona rectificando solamente el semiperíodo positivo, es decir, cuando se aplica en la placa de la rectificadora un potencial positivo respecto al cátodo, pero cuando se alimenta con continua la rectificadora funciona como una simple resistencia.

En este caso el voltaje disponible a la salida del filtro, estará limitado por el de la red. Esto nos hará comprender que con objeto de reducir cuanto sea posible la caída de voltaje en la bobina del filtro no es aconsejable utilizar como tal la bobina de campo del altavoz, cuya resistencia es del orden de los 1.500 Ω. En su lugar se emplean bobinas

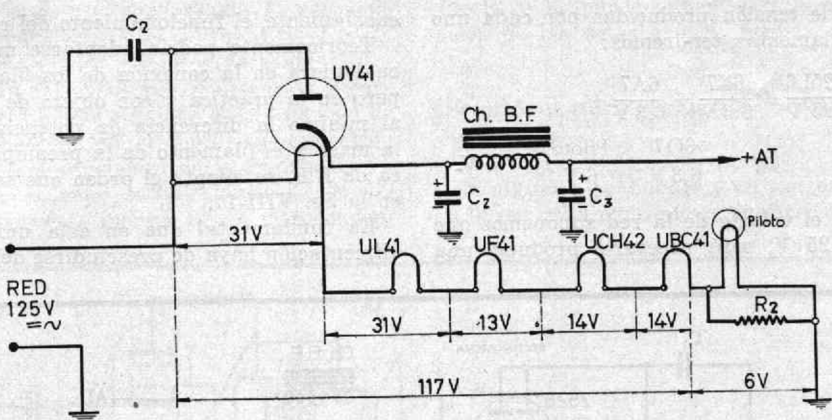


Fig. VIII-18. — Unidad de alimentación universal para receptor equipado con lámparas Rimlock, de 0,1 A en filamento.

de impedancia (Ch.B.F.) de unos 10 H. y 100 Ω aproximadamente de resistencia.

Por consiguiente si se utiliza un altavoz con excitación, se alimentará la bobina correspondiente (L_1) independientemente, derivándola entre el segundo cátodo de la 25Z5 y masa. La solución más aceptable y generalizada es utilizar un altavoz de imán permanente lo que nos permite prescindir de la bobina de campo.

Los valores usuales para C_1, C_2 y C_3 son:

$C_1 = 0{,}05$ a $0{,}1$ μF — (250 V) C_2 y $C_3 = 20$ a 50 μF (250 V) electrolíticos.

Debemos observar que la caída de tensión y la potencia consumida en forma de calor en la resistencia de compensación R_1 son totalmente perdidos, pero además de esta pérdida inútil el excesivo valor radiado por R_1 puede perjudicar a los elementos del receptor montados en las proximidades de R_1.

Para evitar este grave inconveniente, han sido construidas las lámparas especiales para receptores universales, cuyos filamentos se alimentan con una pequeña intensidad (0,1 A) pero que por su elevada resistencia producen mayores caídas de tensión, lo que dispensa el empleo de la resistencia de compensación y todos los inconvenientes apuntados anteriormente.

En la fig. VIII-18, se muestra el circuito de alimentación de un receptor universal equipado con lámparas Rimlock.

Teniendo en cuenta que los receptores universales de tipo clásico suelen ser de cuatro lámparas y la rectificadora, los fabricantes han lanzado al mercado la serie de cinco lámparas necesarias cuyos filamentos en serie con una lamparita piloto consumen los 125 V de la red, por lo que no es preciso utilizar la resistencia de compensación R_1 que aparece en la fig. VIII-17.

LECCIÓN IX

EL TALLER

Hemos llegado al momento de hacer ampliación práctica de los conocimientos adquiridos en las lecciones anteriores, que son más o menos las imprescindibles para conocer los elementos que forman los circuitos de que se compone un receptor y su funcionamiento.

Estos conocimientos nos serán utilísimos pues nos ayudarán a resolver multitud de problemas y dificultades que forzosamente se nos irán presentando durante el montaje o durante la reparación de las averías de los receptores.

La labor de montaje de un receptor es de índole eléctrica y mecánica, lo que implica la necesidad de algunas herramientas y aparatos de medida y comprobación que hagan más fácil y eficaz nuestro trabajo.

Las herramientas y su empleo

La herramienta utilizada por el radiotécnico puede ser muy abundante o muy reducida por lo que resultará muy difícil hacer recomendaciones concretas a este propósito ya que depende del gusto o comodidad personal así como, y esto es importante, de las disponibilidades de cada uno. Ahora bien, dejando un amplio margen para posibles ampliaciones, vamos a indicar las que consideramos indispensables para comenzar la labor de montaje de receptores.

El soldador

Es, sin duda alguna, una de las herramientas más importantes del taller, pues de su uso adecuado depende en gran parte el buen funcionamiento de nuestros montajes.

Se representa en la fig. IX-1 (a) y está constituido por una pieza de cobre, de tamaño y forma variables, según los usos a que se destine el soldador, que se calienta por medio de una resistencia alimentada por la corriente de red.

Esta resistencia aislada con amianto, se recubre con un cilindro metálico protector. El conjunto está provisto de un mango de madera que facilita su manipulación.

El consumo del soldador es del orden de 70 a 100 vatios.

Cuando está nuevo, debe prepararse la punta de cobre recubriéndola con una capa delgada de estaño fundido. Para ello se debe calentar bien el soldador, pero mientras se calienta se limpiará la extremidad de la punta de cobre con una lima fina para que corra bien el estaño.

A medida que transcurre el tiempo, se va oxidando la punta del soldador lo que impide hacer buenas soldaduras.

Resulta conveniente limpiar frecuentemente frotando la punta contra un pedazo de resina, aplicando un poquito de "pasta roja" u otro detergente tomado en pequeña cantidad. También puede usarse el papel esmeril fino.

Como al cabo del tiempo acaba desgastándose la punta por el uso, es necesario rehacer su bisel con una lima fina.

Es condición indispensable para realizar buenas soldaduras que la punta del soldador esté muy limpia y muy caliente.

La soldadura. — En los trabajos que normalmente se realizan en el taller del radiotécnico, generalmente han de soldarse piezas de muy poca masa, por lo que suele utilizarse una soldadura especial en forma de hilo de unos 3 mm. de diámetro con alma de resina.

Por su pequeña masa, el hilo de estaño funde a una temperatura relativamente baja y el alma de resina sirve para la limpieza de las partes que han de soldarse.

En la fig. IX-1 (b) aparece un rollito de soldadura con alma de resina.

Atornilladores. — Debe haber dos o tres atornilladores de distintos tamaños como

mínimo para empezar, aun cuando es conveniente aumentar su número sucesivamente, para tener un juego con atornilladores de 10, 15 y 30 cm. de longitud, así como uno pequeño de los de tipo relojero.

Esta herramienta así como su uso es suficientemente conocido.

ALICATE DE CORTE. — Es el representado en la fig. IX-1 (d) y se utiliza para cortar el hilo de conexiones a medida que se va rea-

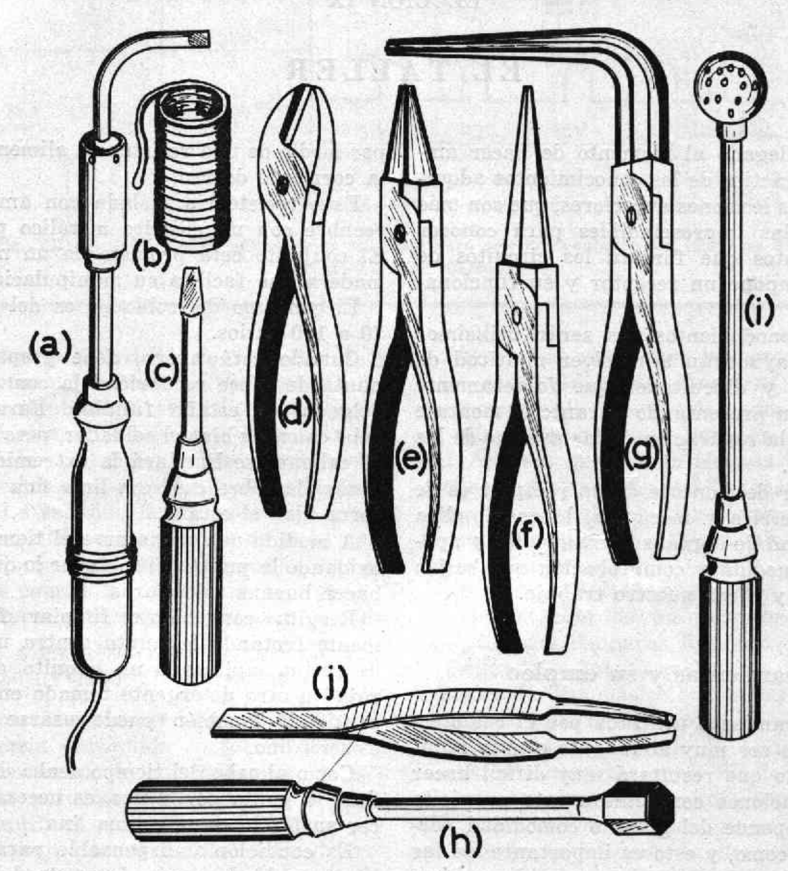


Fig. IX-1. — Herramientas de las que debemos disponer en nuestro taller. (*a*), soldador; (*b*), soldadura; (*c*), atornillador; (*d*), alicate de corte; (*e*), alicate de puntas redondas; (*f*), alicate de puntas planas; (*g*), alicate de puntas curvadas; (*h*), llave de tuercas; (*i*), percutor; (*j*), pinzas.

La fig. IX-1 (c) muestra un atornillador de tipo corriente pero además de los indicados, aunque su aplicación no es precisamente en el taller de construcción, deberá disponerse de un atornillador con varilla aislante que se emplea para el ajuste de trimmers, núcleos magnéticos y otros elementos cuyas características eléctricas o magnéticas puedan modificarse por la aproximación de la varilla metálica del atornillador usual.

lizando el montaje. El modelo que aparece en la figura tiene el corte inclinado un cierto ángulo en relación con el plano de los mangos lo que facilita el corte en puntos de difícil acceso con los alicates de corte rectos.

Esta herramienta debe mantenerse siempre en buen estado por lo que no debe usarse para cortar piezas muy gruesas o bien utilizarla como tenazas u otros usos inadecuados.

ALICATE DE PUNTA REDONDA. — Aun cuando sus dos puntas son redondas por el exterior,

en la parte interior presentan una pequeña superficie plana, para que su contacto sea más eficaz. Su aspecto es el que aparece en la fig. IX-1 (e).

Se utiliza para sujetar conexiones durante su soldadura así como para terminar en ojete circular los hilos de conexión.

ALICATE DE PUNTA PLANA. — (Fig. IX- 1 f). Excepto la última aplicación del de punta redonda, se utiliza como éste en la sujeción de conexiones y demás operaciones de montaje y conexionado de los receptores y otros aparatos similares.

ALICATE DE PUNTA CURVADA. — En la figura IX-1 (g) se representa en vista de perfil un alicate de punta curvada, conocido por la denominación de "pico de pato". Esta modalidad del alicate de punta plana es muy útil ya que permite llegar con sus puntas a puntos profundos y poco accesibles, con más facilidad que cuando se emplea alguno de los dos tipos de alicate mencionados anteriormente. Las puntas están dobladas en ángulo recto y la longitud del lado extremo es de 5 a 6 cm.

LLAVE DE TUBO. — Como puede apreciarse en la fig. IX-1 (h), la llave de tubo está formada por una varilla o tubo metálico, a cuya extremidad se le ha dado la forma de hexágono.

Esta herramienta resulta muy interesante pues permite apretar tuercas situadas en puntos de difícil acceso o sujetar las tuercas mientras se hace girar los tornillos.

Como las tuercas pueden tener diferentes dimensiones será necesario disponer de un juego de llaves de distintos diámetros.

EL PERCUTOR. — Esta herramienta es muy útil en la comprobación de los aparatos y localización de averías, aun cuando no podamos decir con exactitud que sea una de las indispensables en el taller. No obstante, por su gran aplicación y sobre todo porque su adquisición no representa un desembolso apreciable, nos ha parecido lógico recomendarla a nuestros lectores.

Su aspecto es el que aparece en la figura IX-1 (i) y está formado por una bolita de caucho o esponja, fija en la extremidad de una varilla metálica flexible.

Esta herramienta que debe ser manejada con cierta suavidad permite golpear ligeramente las lámparas, bobinas o cualquier otro elemento sospechoso durante la investigación y localización de las averías producidas por falsos contactos, chasquidos y ruidos extraños.

LA PINZA. — Este instrumento perfectamente conocido y de gran utilidad en los trabajos con piezas finas, se representa en la figura IX-1 (j).

Resulta muy útil para coger tuercas, tornillos o pequeñas gotas de soldadura caídos fortuitamente en el fondo de un chasis o entre conexiones que hagan el lugar de la búsqueda difícilmente accesible con otras herramientas.

A medida que se va usando la pinza nos acostumbramos a su empleo, resultando una herramienta de la que difícilmente sabríamos prescindir.

Resultan de gran utilidad, además de las mencionadas anteriormente las que se relacionan a continuación:

LIMAS. — Es conveniente disponer de un par de limas de media caña, redondas, triangulares y una raspa mediana.

Herramientas y accesorios diversos

1 tornillo de banco pequeño.
1 tornillo de mano o entellana.
1 taladro de mano con juego de brocas.
1 sierra metálica para sierras de pelo.
1 llave inglesa.
1 tijeras pequeñas pero fuertes.
1 espejito explorador de lugares inaccesibles (fig. IX-2 [a]).
1 soporte automático para soldador (figura IX-2 [b]).
1 soporte basculante para chasis (figura IX-2 [c]).
1 lamparita exploradora (fig. IX-2 [d]).
1 comprobador de circuitos (fig. IX-2 [e]).
1 comprobador de tensiones (fig. IX-2 [f]).

El *espejito explorador* es similar a los usados por los dentistas y se utiliza para poder examinar por reflexión los puntos de los montajes que por su posición no pueden serlo por observación directa.

El *soporte para soldador* es un accesorio que permite mantener el soldador a una temperatura media cuando no se utiliza, mediante un consumo reducido de corriente.

El esquema de la fig. IX-2 (b) explica claramente el funcionamiento del soporte.

Cuando está el soldador sobre el soporte, por no utilizarse en los trabajos del taller, por su peso se interrumpe el contacto entre dos láminas y la corriente de la red tiene que atravesar, no solamente el soldador sino la resistencia en serie, por lo que la corriente tendrá mucho menos intensidad

que cuando se toma el soldador para el trabajo.

En este caso, la elasticidad de las láminas hace que se establezca el contacto entre ellas quedando la resistencia en cortocircuito y el consumo de corriente será exactamente el necesario para el funcionamiento del soldador.

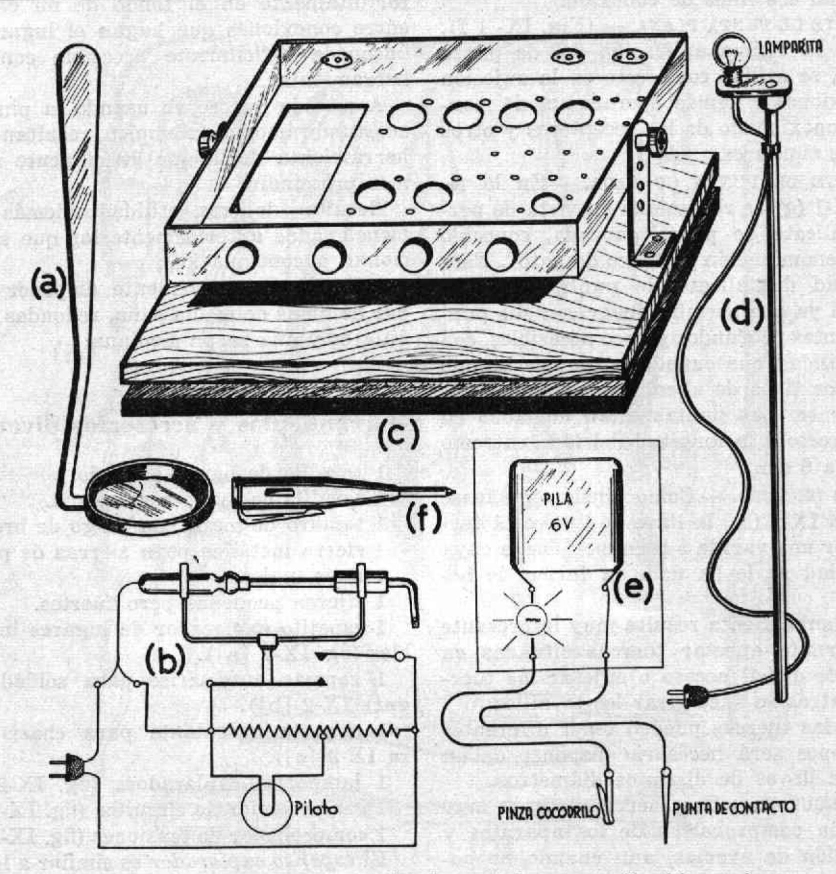


Fig. IX-2. — Accesorios útiles en el taller de montaje y reparación. (*a*), espejo explorador; (*b*), soporte de soldador; (*c*), soporte basculante para chasis; (*d*), lamparita exploradora; (*e*), probador de circuitos; (*f*), comprobador de tensiones.

Una lamparita piloto se alimenta en derivación con la resistencia y por tanto estará encendida mientras está el soldador sobre el soporte y sirve como recordatorio de que debe desenchufarse el soldador al terminar el trabajo con el mismo.

El *soporte basculante* para chasis facilita muchísimo el trabajo de montaje ya que puede pasarse cómodamente del trabajo por la parte inferior al trabajo por la parte superior del chasis, pudiendo darse a éste muchas posiciones intermedias, sin que por su peso pueda deteriorar alguna de las partes delicadas.

La *lamparita exploradora* representada en la fig. IX-2 (d) es un elemento complementario del espejo explorador ya que facilitará la visión al iluminar suficientemente los puntos que deseamos examinar.

El *comprobador de circuitos* representado en la fig. IX-2 (e) nos permitirá comprobar la continuidad o interrupción de los mismos con toda rapidez. Está formado por una lamparita que con una pila de petaca de 6 V forma un circuito serie cuyos extremos están conectados a las bornas, a las que

a su vez van unidos dos hilos de conexión uno de los cuales está terminado en una pinza cocodrilo y el otro en una punta de contacto recubierta con tubo macarrón que deja al descubierto únicamente el extremo afilado de la misma para establecer un contacto perfecto con el punto objeto de la prueba.

Si se muerde el punto inicial de un circuito, el chasis de un aparato por ejemplo, por medio de la pinza cocodrilo, se irán haciendo contactos sucesivos con la punta de prueba. Mientras el circuito continúe sin interrupción lucirá la lámpara con mayor o menor intensidad.

Como la corriente continua suministrada por la pila no puede circular a través de condensadores, hay que tener presente que este comprobador no podrá utilizarse en circuitos que tengan condensadores en serie. Si con un circuito de esta clase luciese la lámpara era señal evidente de que el condensador estaba averiado.

Como complemento del probador de circuitos es muy conveniente disponer de un *comprobador de tensiones* que es muy útil a pesar de su sencillez.

Se representa en la fig. IX-2 (f) y consiste en una especie de lapicero provisto de una lamparita de neón cuyo brillo puede apreciarse a través de una abertura exterior, y terminado en una punta metálica conectada a la lámpara de neón.

Para comprobar si en un punto determinado de un circuito existe tensión bastará tocar con la punta metálica que en su extremo es muy aguda para poder perforar los aislamientos exteriores de los conductores que se prueban. Si existe tensión, aunque sea débil, se encenderá la lámpara de neón.

Mesa o banco de taller

Pocos lugares habrá como el taller del radiotécnico en donde con mayor razón pueda aplicarse la máxima que aconseja a destinar "un lugar para cada cosa".

Por consiguiente ha de procurarse que siempre estén a mano y dispuestas para el trabajo las herramientas necesarias, procurando no restar espacio al previsto para los montajes.

Es difícil establecer un modelo de banco de taller que satisfaga todos los gustos, las necesidades y las posibilidades económicas de los diferentes usuarios.

Por otra parte, tiene una importancia decisiva el espacio disponible para su instalación y por todas estas consideraciones no se pueden aconsejar formatos ni dimensiones del banco de taller.

Desde una sencilla mesa de madera hasta un mueble provisto de todos los detalles y comodidades apetecibles, que a fin de cuentas, facilitarán notablemente el trabajo de montaje y reparación, pueden concebirse muchas soluciones.

Teniendo en cuenta estas consideraciones hemos creído conveniente ofreceros un modelo de banco de trabajo, cuya realización puede hacerse por etapas, si nuestras posibilidades no nos permiten una construcción definitiva. Este modelo está representado de frente y perfil en las figuras IX-3 (A) y (B) respectivamente.

Deberá montarse adosado a la pared. La tapa superior deberá ser de madera u otro material aislante, prescindiendo de aplicaciones metálicas para evitar cortocircuitos.

En el tablero vertical situado contra la pared y por encima de la superficie destinada al trabajo se pueden instalar aparatos de medida, un casillero para revistas, esquemas, libros de Radio y electricidad, etc., casilleros para lámparas, etc.

Debajo se destinará un espacio para fijar el esquema del receptor o aparato similar objeto de nuestro trabajo, en forma que pueda ser consultado fácilmente. En un tablerito aislante o de madera se fijarán las terminales de antena, el interruptor general de la red y enchufes de toma de corriente con lámpara para comprobación de circuitos.

A la derecha del tablero montaremos el soporte "economizador" para el soldador, un tornillo de banco y si se desea, una piedra de afilar.

La altura del tablero será la más conveniente para mayor comodidad del trabajo, tanto de pie como sentado en un taburete. Hemos adoptado la altura de 90 cm.

Debajo del tablero y en la parte frontal se disponen sobre un listón de madera, diferentes enchufes conectados a la entrada y salida de los aparatos de medida y comprobación, un cajón para pequeñas herramientas y conductores para pruebas y enchufes de toma de corriente de la red para los aparatos, y el soldador.

Debajo de este listón y a los lados se dispondrán a derecha e izquierda dos filas de cajones para herramientas, piezas de recambio, elementos auxiliares de trabajo, etc.

En la parte central y al fondo se dispon-

drá una estantería de unos 35 ó 40 cm. de profundidad en forma que quede hueco suficiente y no moleste en las rodillas, para dejar sobre el mismo algunos objetos o partes voluminosas y de poco uso.

Los componentes del banco de trabajo a que nos hemos referido, se detallan a continuación haciendo referencia, para fijar su posición, a las figuras IX-3 (A) y (B).

1. Casillero para lámparas.
2. Cajones pequeños para material menudo.
3. Oscilador de pruebas.
4. Comprobador universal.
5. Altavoz de prueba.
6. Estantería para esquemas, revistas, libros de radio, etc.
7. Lugar destinado para fijar el esquema del montaje que se realiza.
8. Enchufes para antenas corta y larga.
9. Disyuntor automático para la entrada de la corriente de la red.
10. Enchufes y lámpara para prueba de circuitos.
11. Soporte economizador para el soldador.
12. Enchufes correspondientes a los terminales de entrada y salida de los aparatos de medida y altavoz de prueba.
13. Cajón para herramientas menudas.
14. Enchufes para toma de corriente de la red.
15. Cajones para herramientas y otros usos.
16. Estantería situada al fondo para objetos pesados y voluminosos.
17. Tornillo para banco de trabajo.

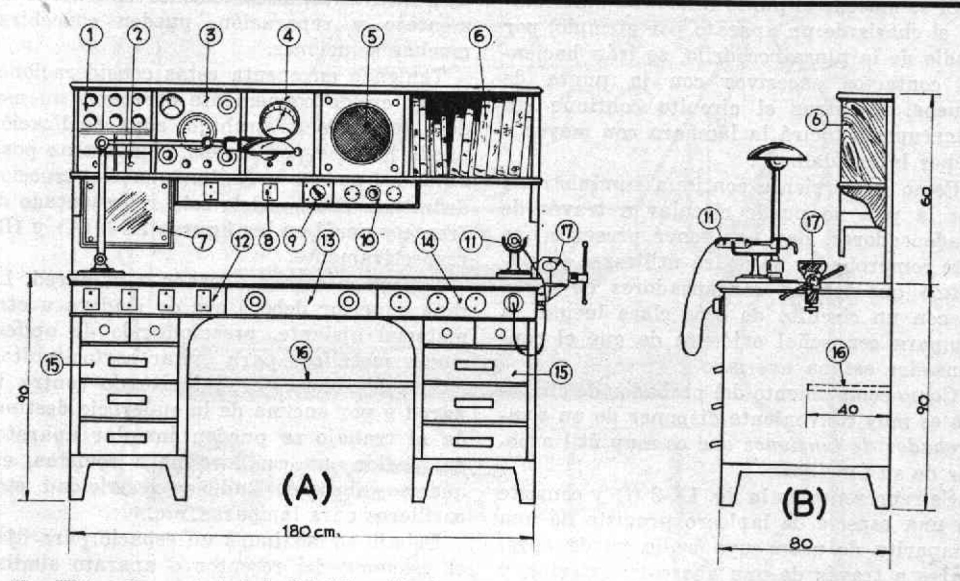


Fig. IX-3. — Banco de trabajo del taller: (A) Vista frontal; (B) Vista de perfil (las cotas son en cm).

Tenemos pues, información necesaria para construir un banco de trabajo de alguna categoría; lo que pudiéramos considerar como una aspiración del aficionado.

Como ya hemos indicado anteriormente, no es necesario que su instalación sea completa desde un principio, pudiendo completarla, especialmente en lo que se refiere a los aparatos de medida que son los más costosos.

Resulta interesante, por su forma de utilización, y el gran provecho que se obtiene de su aplicación, el altavoz de prueba, por lo que vamos a dar a continuación algún detalle sobre su montaje y uso.

Altavoz de prueba. — Estará dispuesto para su conexión fácil a cualquier receptor y aunque es difícil diseñar un circuito que sirva para todos los casos, ya que existen muchísimos tipos de altavoz, el montaje a que se refiere la fig. IX-4 está siendo usado con magníficos resultados.

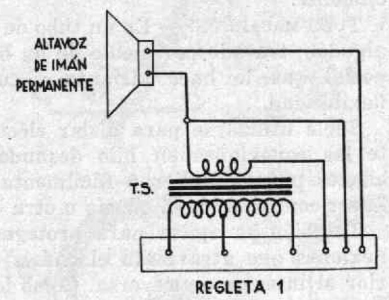
Se utiliza un altavoz de imán permanente

que debe ser de alta calidad y capaz de suministrar gran potencia de salida de los receptores que se prueban.

Su calidad es esencial pues deberá evitarse cualquier posibilidad de deformación que pudiera achacarse al aparato que se prueba.

El transformador de salida (T.S.) es del tipo push-pull y se utilizará solamente la mitad del devanado secundario cuando el paso de salida sea de una sola lámpara de baja impedancia y las dos mitades en serie si la lámpara es de alta impedancia, prescindiendo de la toma central.

Cuando en el receptor que se prueba se utiliza la bobina de campo del altavoz como parte del filtro, será necesario, al prescindir del altavoz del receptor, sustituirla por el circuito conectado a la regleta 2, constituido por una bobina de impedancia (Ch.B.F.) de unos 20 henrios para 100 mA y con una resistencia de 400 Ω. Como la resistencia de la bobina de campo sustituida puede ser de 1.400 a 2.000 Ω, se han dispuesto en serie las resistencias R_1 de 600 Ω y R_2 de 1.000 Ω para una disipación de 20 vatios.



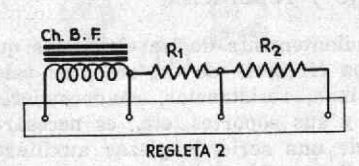


Fig. IX-4. — Circuito del altavoz de prueba y regletas de conexiones de la bobina móvil, transformador de salida y sustitución de la excitación.

ILUMINACIÓN DEL BANCO DE TRABAJO. — Dada la índole del trabajo a realizar es interesantísimo que el banco se encuentre muy bien iluminado ya que en los receptores hay muchos componentes pequeños, muy juntos y sus conexiones suelen impedir su examen directo y fácil.

En la fig. IX-3 se ha representado a la izquierda del tablero de trabajo un aparato de luz convenientemente articulado, para dirigir la luz al lugar necesario. Suelen emplearse lámparas de suficiente potencia para que el alumbrado sea perfecto, protegidas por pantallas que eviten la molestia de la luz sobre los ojos del usuario.

Instalación eléctrica del banco de trabajo

La fig. IX-5 corresponde al circuito de la instalación eléctrica. Los dos hilos de línea se hacen pasar a través de un disyuntor automático bipolar (— 9 — de la fig. IX-3). A la salida de éste se establecen las derivaciones correspondientes a los enchufes generales de toma de corriente de la red — 1 — y los de la luz para el alumbrado del banco — 3 — y del soldador — 4 —. Estos dos últimos provistos de interruptores individuales.

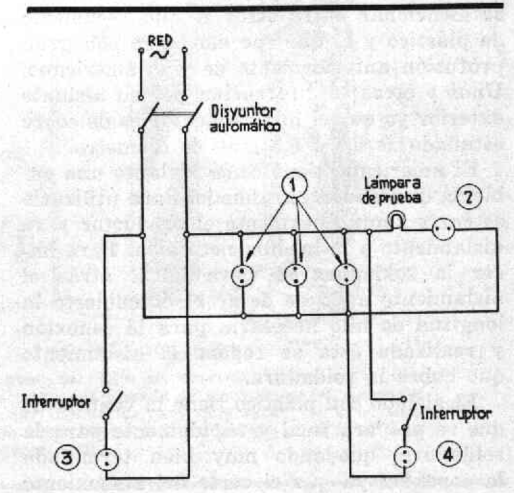


Fig. IX-5. — Instalación eléctrica del banco de trabajo.

Derivado de la red se ha dispuesto un cir-

cuito para pruebas de continuidad de circuitos, equipado con una lámpara y un enchufe en serie en uno de los hilos.

Para probar un circuito bastará unir sus terminales a una clavija de enchufe que se introducirá en el enchufe — 2 —. Si hay continuidad se encenderá la lámpara con más o menos brillo, según la resistencia del circuito. Si hay una interrupción en el mismo no se encenderá la lámpara.

Accesorios necesarios en el taller de montaje y reparación

Independientemente de los elementos que forman los circuitos de un receptor tales como bobinas, resistencias, condensadores, lámparas y sus soportes, etc., es necesario disponer de una serie de piezas auxiliares que son indispensables para realizar un montaje cuidado y eficiente.

Entre los más imprescindibles podemos incluir las que se mencionan a continuación.

HILO DE CONEXIONES. — Como su nombre lo indica se utiliza para conectar entre sí los diferentes elementos del circuito.

Existen diferentes tipos de hilo pudiéndose mencionar entre otros el hilo recubierto de plástico y el que fue empleado con gran profusión anteriormente de tipo americano. Unos y otros se diferencian por su aislante exterior ya que el hilo conductor es de cobre estañado de 0,7 a 0,8 mm. de diámetro.

El americano tiene como aislante una cubierta de algodón parafinado. Para utilizarlo se corta simultáneamente el conductor y su aislamiento a la medida necesaria. Para hacer la soldadura se lleva hacia atrás el aislamiento a fin de dejar al descubierto la longitud de hilo necesaria para la conexión y realizada ésta se repone el aislamiento que cubre la soldadura.

El aislado con plástico tiene la ventaja de que se prepara fácil y rápidamente para la soldadura, quedando muy bien terminada la conexión ya que el corte del aislamiento ofrece muy buen aspecto.

Para la preparación de las conexiones se utiliza el alicate de corte que ha de manejarse con gran precaución para que el corte del aislamiento sea perfecto sin herir el conductor, que presentaría puntos débiles peligrosos. Esto puede conseguirse marcando un ligero corte en el aislamiento de plástico, sin llegar a cortarlo totalmente y ejerciendo finalmente una tracción en el sentido de su longitud hacia la punta que ha de soldarse.

También se utiliza para ciertas conexiones, como tomas de masa, el hilo desnudo de hilo estañado, que puede adquirirse directamente en el comercio, o utilizar el mencionado anteriormente, una vez quitado el aislamiento, lo que puede realizarse fácilmente.

TUBO MACARRÓN. — Es un tubo de tejido de algodón, tratado por medio de un barniz especial que lo hace aislante y con cierta flexibilidad.

Suele utilizarse para aislar eléctricamente las conexiones en hilo desnudo que en ciertos puntos pudieran fácilmente llegar a hacer contacto con el chasis u otra conexión.

También se aplica para proteger las conexiones que atraviesan el chasis del exterior al interior o viceversa. Como los bordes de éste pudieran herir al aislamiento e incluso al conductor se refuerza el aislante por medio de un trozo de macarrón que lo recubre convenientemente.

HILO BLINDADO. — Otro tipo de hilo de conexión es el denominado hilo o cable blindado que es el de conexión aislado y recubierto de un trenzado de hilo metálico.

Esta clase de hilo se utiliza en ciertas conexiones que deben protegerse contra los acoplamientos magnéticos fortuitos o las inducciones parásitas que dan lugar al establecimiento de oscilaciones, silbidos, zumbidos u otras perturbaciones análogas.

Al preparar y realizar las conexiones con esta clase de hilo, hay que tener cuidado especial para evitar que la extremidad de la malla metálica o "pantalla" haga contacto con el conductor ya que de existir este contacto accidental se pondría a masa esta conexión y dejaría de funcionar el circuito.

La fig. IX-6 (a) muestra la forma correcta de preparar las conexiones de hilo apantallado.

Con una tijera fuerte, de las utilizadas por los electricistas se cortará la pantalla metálica procurando que el corte sea perfecto, sin que sobresalga ningún hilo de la malla. A continuación se pelará el conductor dejando unos 3 mm. aproximadamente de aislamiento entre el borde de la malla y el conductor.

EL TAPATALADROS. — Es una pequeña corona de caucho o material aislante de diámetro adecuado, que recubre los bordes de los taladros del chasis y a través de la que se pasan los cables o grupo de conductores

que deben atravesarlo, evitando así que el borde cortante pueda deteriorarlos. La figura IX-6 (b) representa dos tapataladros de diferente modelo.

Para que el contacto eléctrico entre el terminal y el chasis sea perfecto, es necesario raspar la parte del chasis sobre la que se apoya el terminal con una lima fina o

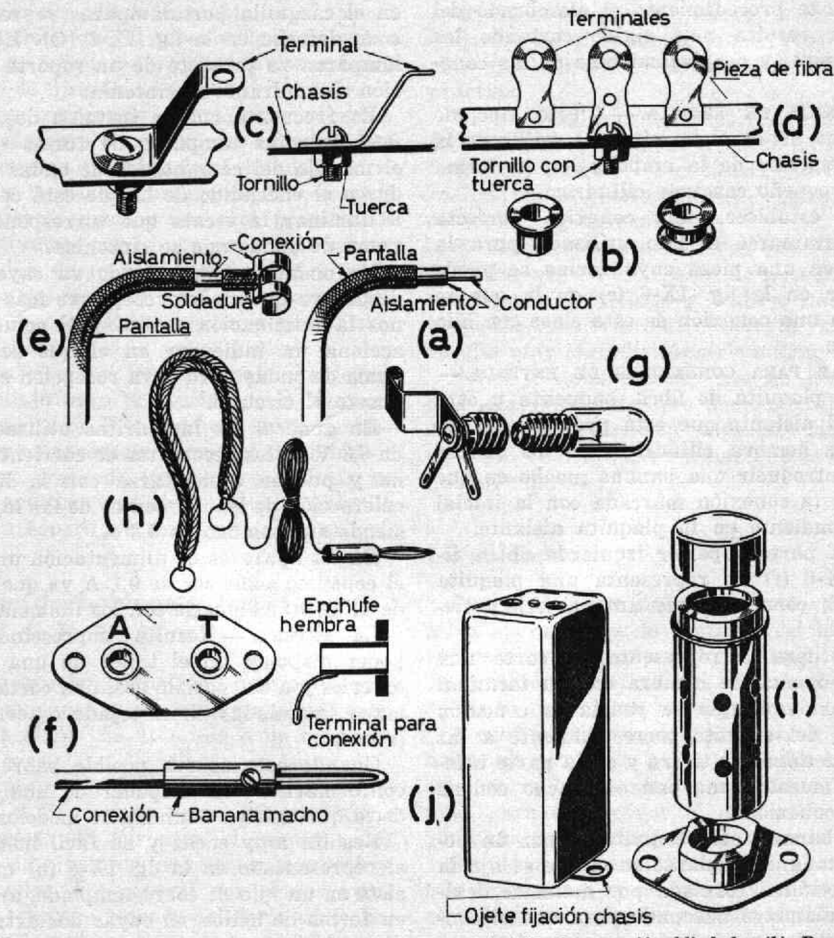


Fig. IX-6. — Fornitura y accesorios interesantes: (*a*) Hilo de conexión blindado; (*b*) Dos tipos de taladros; (*c*) Terminales para toma de masa; (*d*) Regleta de conexiones; (*e*) Conexión de rejilla; (*f*) Placa para conexión de entrada; (*g*) Lamparita para iluminación del cuadrante de sintonía; (*h*) Antena interior; (*i*) Blindaje para lámpara; (*j*) Blindaje para bobinas y transformadores de F.I.

Terminales de conexión de masa

La fig. IX-6 (c) representa dos terminales para toma de masa que son unas piececitas de cobre estañado con un orificio para sujetarlo a fuerte presión contra el chasis por medio de un tornillo pasante con tuerca y otro más pequeño en la extremidad opuesta para soldar la conexión.

papel esmeril para eliminar toda traza de oxidación o grasa.

Regleta de conexiones

Como puede apreciarse en la fig. IX-6 (d) está formada por una pequeña placa de baquelita sobre la que se fijan varios terminales de conexión.

Una de ellas se prolonga por la parte inferior para la fijación de la regleta al chasis y puede ser utilizada para toma de masa. Las restantes quedan aisladas del chasis y se destinan a soldar dos o más conexiones que deben estar unidas entre sí.

Por este procedimiento el alambrado del receptor resulta más rígido cortando los movimientos y desplazamientos de las conexiones.

CONEXIÓN DE REJILLA. — Cierto tipo de lámparas tienen el terminal de rejilla en la parte superior de la ampolla, en la forma de un pequeño casquete cilíndrico.

Para establecer una conexión perfecta debe terminarse el hilo utilizado para la misma en una pieza cuya forma se puede apreciar en la fig. IX-6 (c) en la que se muestra una conexión de esta clase con hilo blindado.

PLACAS PARA CONEXIONES DE ENTRADA. — Es una plaquita de fibra, baquelita u otro material aislante que está provista de dos enchufes hembra cilíndricos en los que se puede introducir una banana macho en que termina la conexión marcada con la inicial correspondiente en la plaquita aislante.

En la parte superior izquierda de la figura IX-6 (f) se representa una plaquita para las conexiones de antena (A) y tierra (T).

A su derecha representa en corte una banana o enchufe hembra con su terminal de conexión al que se suelda la conexión interior del circuito correspondiente a las tomas de antena y tierra y en la parte inferior se muestra una banana macho con su hilo de conexión.

Esta banana está constituida por un pequeño manguito aislante en el que se fija la pieza metálica formada por material flexible, de diámetro adecuado para que el contacto con el enchufe hembra sea perfecto.

La pieza de enchufe lleva un pequeño tornillo que aprisiona y establece el contacto con la conexión de antena, tierra, pick-up, etcétera.

Las placas de conexión de entrada más utilizadas son las que sirven para establecer las conexiones siguientes:

Antena y tierra; marcada con las iniciales A y T.

Toma para fonocaptor (tocadiscos); marcada con las iniciales P.U.

Altavoz supletorio; marcada A.V.S.

y se fijan al chasis por medio de dos tornillos con tuerca.

Lamparita para iluminación del cuadrante de sintonía

Es una pequeña lamparita que está provista de una base de rosca que se introduce en el casquillo portalámparas representado a su derecha en la fig. IX-6 (G). El portalámparas va provisto de un soporte de fijación al cuadrante de sintonía.

Es frecuente que se instalen dos, tres o más de estas lámparas de forma que por el manejo del conmutador de ondas se produzca el encendido de la que está destinada a iluminar la escala que corresponde a la gama de ondas que se sintoniza.

No obstante este método va cayendo en desuso ya que en los receptores más modernos la iluminación es fija y el conmutador acciona un indicador en el que se lee la gama de ondas para cuya recepción está dispuesto el circuito.

En general las lamparitas utilizadas son de 6,3 V en los receptores de corriente alterna y pueden alimentarse con la línea de calefacción de los filamentos de las lámparas siendo su consumo de 0,3 A.

En los aparatos de alimentación universal el consumo suele ser de 0,1 A ya que se han de alimentar en serie con los filamentos.

LA ANTENA. — Resulta imprescindible el poder disponer en el taller de una antena exterior y a ser posible dos, una corta y otra larga, instaladas en el tejado o terraza de la casa.

Cuando esto no sea posible habremos de conformarnos con disponer de una antena de la que existen abundantes modelos.

Resulta muy eficaz y de fácil instalación el representado en la fig. IX-6 (h) que consiste en un hilo de cobre templado, arrollado en forma de hélice, en cuyas dos extremidades se han provisto unas arandelas de material aislante para su fijación a un clavo o escarpia.

En una de sus extremidades lleva un conductor soldado, que pudiéramos denominar bajada de antena, de unos 3 metros de longitud, terminado en una banana macho para su conexión al enchufe de antena del receptor, con el que debe hacer un contacto perfecto.

BLINDAJE PARA LÁMPARAS. — Está constituido por un conjunto formado por dos o tres piezas metálicas enchufables para constituir una protección metálica que cubre totalmente la lámpara y cuya finalidad es

evitar que sufra la influencia de los campos magnéticos y eléctricos debidos a radiaciones exteriores.

Los blindajes suelen ser de lámina de aluminio de algunas décimas de milímetros de grueso.

La base del blindaje se fija al chasis al mismo tiempo que el soporte de la lámpara que ha de blindarse utilizando los mismos tornillos de fijación de éste.

Una vez terminada la instalación y enchufada la lámpara en su soporte se cubre ésta con el cuerpo cilíndrico del blindaje y se adapta a la base. Finalmente se coloca la tapa o parte superior que está provista de una escotadura por la que pasará, si existe, la conexión de rejilla, cuando está situada en la parte superior de la lámpara utilizando una conexión como la representada en (e).

En los circuitos típicos suele emplearse este blindaje para protección de la lámpara amplificadora de F.I. aunque resulta evidente que no es necesario el empleo del blindaje cuando se trate de lámparas metálicas ya que la envoltura que sustituye a la ampolla de cristal constituye un blindaje eficaz.

Blindaje de bobinas y transformadores de F. I.

Tienen la misma finalidad que los blindajes de lámparas y se construyen generalmente de chapa de aluminio o de cobre en algunos casos.

Su aspecto es el representado en la figura IX-6 (j). En su parte superior tiene dos orificios que permiten el acceso a los tornillos de ajuste de los núcleos magnéticos y entre ellos otro central por el que atraviesa un vástago roscado solidario de la bobina que de esta manera forma cuerpo con el blindaje.

Para su fijación al chasis y el establecimiento de un buen contacto eléctrico con éste, algunos modelos de pantalla van provistos de dos expansiones laterales con orificios para el paso de tornillos con tuerca.

PRÁCTICAS DE TALLER

No bastará disponer en el taller de un juego de herramientas adecuado; tan interesante o más aún será el que sepamos servirnos de ellas con acierto y habilidad para que los trabajos ejecutados con las mismas cumplan las condiciones necesarias para su servicio y tengan un aspecto agradable.

Por consiguiente, resulta imprescindible que antes de emprender el montaje de los receptores, hagamos algunas prácticas de las operaciones manuales básicas, a fin de adquirir un adiestramiento lo más perfecto posible, que sólo podremos conseguir a costa de práctica.

Entre éstas, consideramos fundamental la de soldadura ya que en el curso de la construcción y montaje en el taller, habremos de realizarlas en gran número, no menor de un centenar, seguramente.

Si alguna fuese defectuosa podemos contar como seguro el fracaso de nuestra labor y un gasto de tiempo y trabajo nada despreciable para remediar el defecto ya que no resulta muy fácil distinguirlo a simple vista.

Éstas y otras razones que no hemos de enumerar justifican que dediquemos a esta cuestión una atención especial, siguiendo escrupulosamente las normas que se dan seguidamente.

La soldadura

PREPARACIÓN DE LA SOLDADURA. — La primera operación es la limpieza del hilo una vez desprovisto de su aislamiento y la pieza de conexión o del chasis, si es sobre éste donde ha de hacerse la soldadura.

A continuación deberá prepararse y recubrirse de estaño la punta del soldador, que suponemos bien caliente, sacudiéndolo después para desprender el exceso de estaño que haya podido depositarse sobre la punta.

Seguidamente estañaremos el extremo del hilo destinado a la conexión así como la pieza a la que ha de ser soldado el hilo, para lo que es necesario calentar bien ambos previamente y aplicar luego el estaño, que debe correr fácilmente.

Cuando se tiene suficiente práctica para evitar el deslizamiento de las partes a soldar puede seguirse la norma anterior, aun cuando es recomendable fijar sólidamente el hilo mediante una pequeña vuelta según se muestra en la fig. IX-7 (a). Una vez que ha corrido bien el estaño sobre la conexión y sobre el hilo se levantará el soldador y se esperará a que se enfríe la soldadura manteniendo fijo el hilo para evitar el menor movimiento del mismo hasta que se haya solidificado y enfriado el estaño.

A continuación y para asegurarnos que la soldadura se ha hecho en buenas condiciones, tírese ligeramente de la conexión.

Cuando la soldadura ha de hacerse sobre el chasis debe limpiarse éste con esmeril o rascando con una lima o atornillador.

Cuando se suelden a un terminal u otro punto cualquiera dos o tres conexiones juntas debemos calentar bien el conjunto con objeto de que el estaño al correr bañe perfectamente a las que se encuentran en la parte inferior.

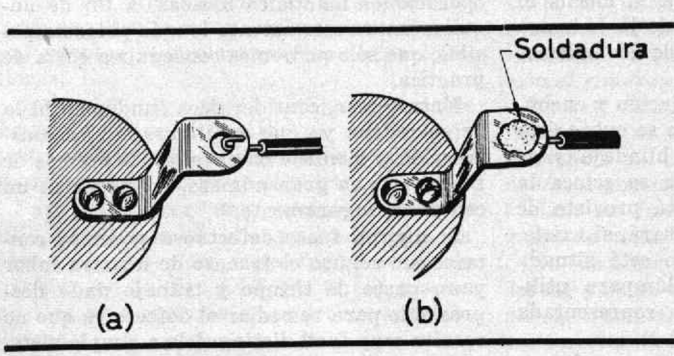
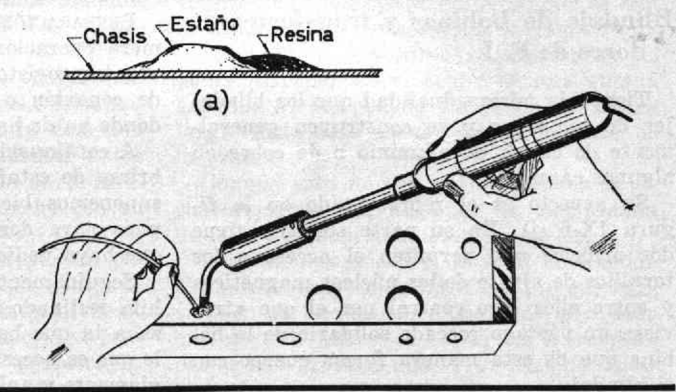


Fig. IX-7. — Soldadura sobre un terminal de conexión: (*a*) Antes de soldar se fija el extremo del hilo a la pieza de conexión; (*b*) Soldadura terminada.

Después de limpio ha de calentarse bien apoyando sobre él el soldador para conseguir que aplicado sobre el punto calentado corra el estaño fácilmente extendiéndose o depositándose en forma de gota achatada. Una vez que presenta un aspecto sin brillo

Si hemos de soldar una conexión que haya de sujetarse con la mano o con un alicate, no podrá tenerse en una mano el estaño y en la otra la soldadura, como se representa en la fig. IX-8. En este caso deberá procederse así:



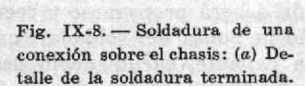


Fig. IX-8. — Soldadura de una conexión sobre el chasis: (*a*) Detalle de la soldadura terminada.

se limpia por medio de un trapo que se pasa rápidamente una o dos veces.

Las pastas de soldar si no son corrosivas y se emplean módicamente resultan muy útiles para estos trabajos. Su empleo con exageración hace que se extiendan sobre el aislante contiguo a la soldadura lo que perjudica el buen aislamiento del conductor.

La fig. IX-8 nos enseña la forma de hacer una soldadura sobre el chasis. En la parte superior, en (a) vemos, en detalle, el aspecto de la soldadura terminada.

Calentar una de las conexiones y estañar la punta como en el caso normal.

Hágase exactamente igual con la otra conexión, cogiendo con el alicate o la pinza una de las conexiones, apoyándola contra la otra en forma que la superficie de contacto sea suficiente.

Aplíquese el soldador hasta que corra la soldadura depositada sobre ambas conexiones y cubra perfectamente la superficie de contacto.

Sepárese el soldador y espérese a que se

enfríe la soldadura sin mover las conexiones.

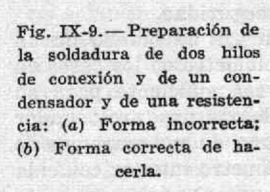
Es evidente que esta operación será mucho más cómoda si nos ayudamos por medio de un tornillo de banco con el que se sujetará la conexión que tomábamos con la mano, disponiendo de ambas para manejar la soldadura y el soldador.

Debemos huir de la tendencia bastante generalizada de retorcer excesivamente entre sí los extremos de los hilos a soldar,

Para hacer agujeros en láminas de metal utilizando un taladro de mano es muy importante marcar antes con exactitud los centros de los taladros con un "punto" o punzón, herramienta adecuada para marcar puntos.

Estas marcas deben tener la suficiente profundidad para que la punta de la broca, durante su giro, no se desplace a uno u otro lado en los comienzos de la perforación.

Cuando se utilicen brocas finas no debe



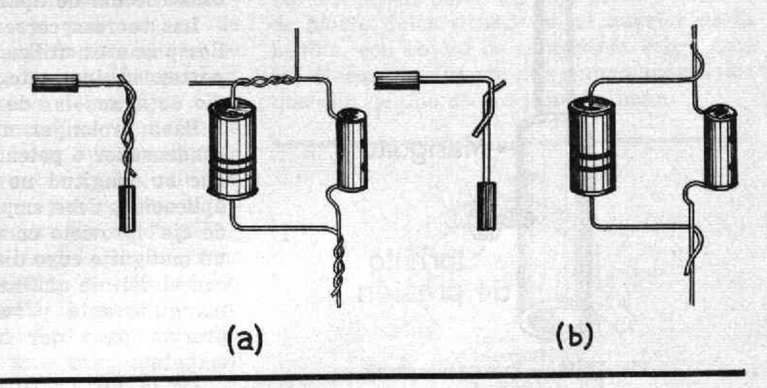


Fig. IX-9.—Preparación de la soldadura de dos hilos de conexión y de un condensador y de una resistencia: (*a*) Forma incorrecta; (*b*) Forma correcta de hacerla.

pues si fuese necesario deshacer la conexión para rectificar algún posible error, o para modificar el circuito, resultaría bastante costosa la operación.

Como ilustración de esta recomendación ofrecemos en la fig. IX-9 algunos ejemplos de preparación de soldaduras incorrectas y la forma correcta de realizarlas.

Para terminar, diremos que nunca nos parecerá excesiva nuestra insistencia sobre el principiante acerca de la necesidad de su perfecto adiestramiento en la soldadura. Con un poco de paciencia y no menor cuidado, debe realizar prácticas sobre los diferentes casos que hemos examinado anteriormente.

No olvidemos que frecuentemente sucede que el circuito montado se obstina en no funcionar y la única causa de ello es que las soldaduras de las diversas conexiones son defectuosas.

Perforación y corte de láminas metálicas

También es conveniente hacer alguna práctica sobre perforación y corte de láminas metálicas, de acuerdo con las normas siguientes:

hacerse mucha presión para evitar su rotura. En todos los casos deben mantenerse las brocas perfectamente verticales.

Si empiezan a romperse las brocas, disminúyase la velocidad de giro de las mismas y cuando los taladros deban tener más de 6 milímetros de diámetro, debe iniciarse el trabajo con una broca de menor diámetro, terminándolo con otra mayor.

Cuando no se pueda utilizar una sierra de metales para cortar láminas metálicas puede cortarse haciendo surcos profundos a lo largo de la línea de corte, por ambas caras de la lámina y después, sujetándola con el tornillo del banco de taller se doblará en uno y otro sentido hasta conseguir el corte.

Antes de que la lámina comience a debilitarse no deben hacerse dobleces muy pronunciados ya que resultarían doblados los bordes del corte.

Podrá facilitarse este trabajo con un par de trozos de hierro en ángulo sujetos con el tornillo, cuya longitud no sea menor a la anchura de la plancha metálica que ha de cortarse.

Después de cortada deberán eliminarse las asperezas de los bordes con una lima o bien con papel de lija o esmeril sujeto a una su-



Fig. IX-10. — Prolongador de eje.

perficie plana sobre la que se desplazará en movimiento de vaivén el borde que se debe pulimentar.

Los dobleces de láminas metálicas requieren una operación similar, si bien la línea de marcado en una y otra cara debe ser de menor profundidad que para el corte.

Otras recomendaciones

Terminaremos con algunas recomendaciones sobre trabajos muy frecuentes en la construcción de aparatos de radio.

Las tuercas correspondientes a los tornillos pasantes utilizados para fijación de soportes, bobinas, etc., deben fijarse por medio de arandelas de seguridad.

Para prolongar un eje de mando de un condensador o potenciómetro en los casos en que su longitud no sea suficiente para su aplicación, debe emplearse un "prolongador de eje" provisto en uno de sus extremos de un manguito cuyo diámetro interior coincida con el del eje que hemos de prolongar; este manguito está provisto de un tornillo de presión para dar la suficiente rigidez al empalme.

En la fig. IX-10 se representa un "prolongador de eje".

LECCIÓN X

LOS APARATOS DE MEDIDA

En el trabajo de construcción de receptores y otros aparatos, así como en los de reparación, resulta imprescindible el empleo de algún medio que nos permita comprobar, no solamente la existencia de voltajes o intensidades, sino tener una idea exacta de su magnitud, ya que el buen funcionamiento de los circuitos integrantes de los mismos, requiere que tanto los primeros como los segundos tengan determinados valores.

Los instrumentos de medida básicos son: el *voltímetro* para la medida de voltajes y el *amperímetro* para medir la intensidad de las corrientes eléctricas. Ambos son en realidad, modalidades de uno solo, que es el galvanómetro.

El galvanómetro

Como todos los instrumentos de medida, el galvanómetro traduce el paso de una corriente eléctrica en el movimiento de una aguja, cuyo desplazamiento angular, proporcional a la intensidad de la corriente se mide sobre una escala graduada.

Como el paso de una corriente por un circuito puede producir fenómenos electromagnéticos, térmicos, electrostáticos, etc., es evidente que cualquiera de ellos puede aprovecharse, con un poco de ingenio, para el desplazamiento de la aguja sobre la escala graduada.

En el modelo más corriente se saca partido de la acción entre los imanes y las corrientes a través de una bobina situada en el campo magnético de un imán y dentro de este principio fundamental, encontramos el galvanómetro de imán fijo y cuadro móvil cuyo diseño aparece en la fig. X-1.

Consta de un imán permanente de forma de herradura, provisto de dos piezas polares N y S entre las cuales se ha dispuesto una bobina en forma de cuadro, muy ligera, que puede girar en el espacio anular delimitado por las piezas polares y una pieza cilíndrica de hierro dulce situada en el interior de la bobina, con objeto de concentrar sobre ésta las líneas de fuerza del campo magnético que van de uno a otro polo del imán.

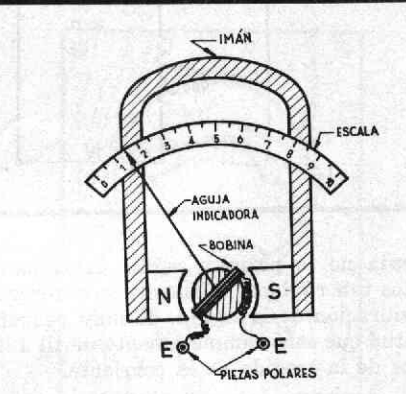


Fig. X-1. — Galvanómetro de cuadro móvil.

Por medio de un pequeño resorte en espiral se mantiene el cuadro móvil en una posición tal, que la aguja indicadora solidaria del mismo coincide con el cero de la escala graduada situado en su extremo izquierdo.

Los extremos de la bobina se unen a dos bornas de conexión E a las que se conectan los extremos del circuito por el que atraviesa la corriente que deseamos medir.

Cuando circula la corriente por la bobina, ésta gira un cierto ángulo y con ella la aguja indicadora determinando una lectura sobre la escala, que es proporcional a la intensidad de la corriente. La sensibilidad de este aparato es muy grande ya que es suficiente una corriente muy débil para producir el desplazamiento de la aguja hasta el final de la escala.

Gracias a esto se puede utilizar en las medidas en los aparatos de radio en que las

corrientes suelen ser del orden de los miliamperios, y por esta razón los que se utilizan con este fin reciben el nombre de *miliamperímetros*.

Los aparatos de medida descritos solamente pueden utilizarse en la medida de corriente continua, pues si se aplicasen a la de corrientes alternas, la aguja tendería a desplazarse a uno y otro lado con una velocidad que depende de la frecuencia de la corriente alterna, pero como la inercia de la aguja no le permite seguir estos movimientos tan rápidos, solamente se observará una vibración de la aguja, de muy pequeña amplitud que será completamente inútil a los efectos de la medida de la corriente.

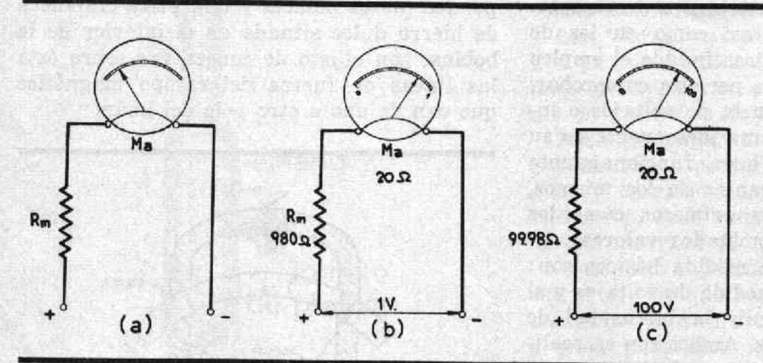


Fig. X-2. — Circuito fundamental del voltímetro: (*a*) La resistencia Rm determina el margen de la medida; (*b*) Determinación del valor de Rm para un margen de 1 V; (*c*) Ampliación del margen de medida hasta 100 V.

Voltímetro

Se destina a la medida de la diferencia de potencial o de voltaje entre dos puntos de un circuito.

En esencia no es sino un galvanómetro del tipo descrito, en el que se intercala en serie una resistencia de valor elevado, denominada "multiplicador" de cuyo valor depende el margen de la medida que puede realizarse.

El voltímetro se monta en paralelo, derivándolo de los dos puntos entre los que se desea conocer la diferencia de potencial.

Para comprender la influencia del multiplicador nos referimos a la fig. X-2 (a) que representa el esquema fundamental del voltímetro.

Supongamos un galvanómetro en el que la aguja se desvía hasta el final de la escala, cuando la corriente que circula por su bobina móvil es de 1 miliamperio y que la resistencia de ésta es de 20 ohmios. Un aparato de estas características recibe el nombre de miliamperímetro.

Vamos a ver en qué forma podemos transformarlo en voltímetro, en el que la aguja se desvíe hasta el fin de la escala cuando la tensión que se mide sea de 1 voltio, según se representa en la fig. X-2 (b).

El circuito estará constituido por un origen de voltaje que suministra una tensión de 1 voltio entre sus terminales + y —, un miliamperímetro Ma cuya resistencia es de 20 ohmios y una resistencia adicional en serie Rm cuyo valor vamos a calcular.

Según la Ley de Ohm $R = \frac{V}{I}$ y aplicando los valores de nuestro caso, tenemos:

$$R = \frac{1}{0{,}001} = 1.000\ \Omega.$$

En esta resistencia está incluida la del miliamperímetro, que es de 20 Ω y por tanto Rm = 1.000 — 20 = 980 Ω.

Dispondremos, por tanto, de un voltímetro muy sensible ya que si la escala está dividida en 100 partes, por ejemplo, cada división corresponde a 0,01 V.

Si deseamos extender el margen de las medidas hasta 100 V, haciendo un cálculo análogo al anterior deduciremos el valor de Rm que será:

$$R = \frac{100}{0{,}001} = 100.000$$

y por tanto Rm = 100.000 — 20 = 99.980 Ω

Voltímetro con varias escalas

En el curso de los trabajos de montaje y ajuste de receptores, habremos de medir voltajes de valores muy distintos, siendo re-

comendable utilizar la escala adecuada a cada medida, pues si bien es cierto que un voltaje menor de 1 voltio podría medirse en una escala con una amplitud de medida de 100 V, no sería muy precisa la medida.

De aquí deducimos la conveniencia de disponer de un aparato de medida de varios alcances ya que sabemos utilizar el mismo instrumento de medida sin más que variar el valor de la resistencia montada en serie Rm.

Como no resultaría práctico variar la resistencia para cada margen de medida, se dispone el circuito según se muestra en la figura X-3 (A).

El circuito de medida tiene dos terminales de entrada marcados + y — para conectar los extremos del circuito que se trate de medir, haciendo corresponder las polaridades de éstos con las indicadas en el aparato.

Un conmutador S de cuatro posiciones para los márgenes de medida hasta 600 V, 300 V, 120 V y 12 V selecciona una de las resistencias R_4, R_3, R_2, R_1 que se intercalan en serie con el miliamperímetro correspondiente a cada margen.

La marcha de la corriente, en el supuesto de que se utilice la escala de 600 V, que es la mostrada en la figura, viene indicada por las flechas. En este caso queda intercalada la resistencia R_4.

A título de ejercicio vamos a calcular los valores de las resistencias serie.

Escala hasta 12 V. (Resistencia R_1).

$$R = \frac{12}{0{,}001} = 12\,000\ \Omega;$$

$$R_1 = 12\,000 - 30 = 11.970\ \Omega$$

Escala hasta 120 V. (Resistencia R_2).

$$R = \frac{120}{0{,}001} = 120.000\ \Omega;$$

$$R_2 = 120.000 - 30 = 119.970\ \Omega$$

Escala hasta 300 V. (Resistencia R_3).

$$R = \frac{300}{0{,}001} = 300.000\ \Omega;$$

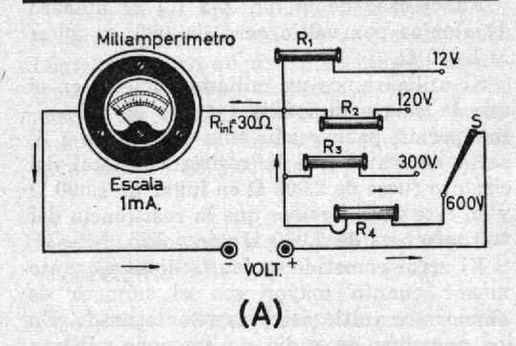
$$R_3 = 300.000 - 30 = 299.970\ \Omega$$

Escala hasta 600 V. (Resistencia R_4).

$$R = \frac{600}{0{,}001} = 600.000\ \Omega;$$

$$R_4 = 600.000 - 30 = 589.970\ \Omega$$

En la práctica y como no es fácil encontrar en el comercio del ramo resistencias de los valores calculados y teniendo en cuenta que la diferencia (30 Ω) no influye sensiblemente en el resultado de las medidas, se pueden utilizar resistencias iguales a las que resultan de los cálculos anteriores para



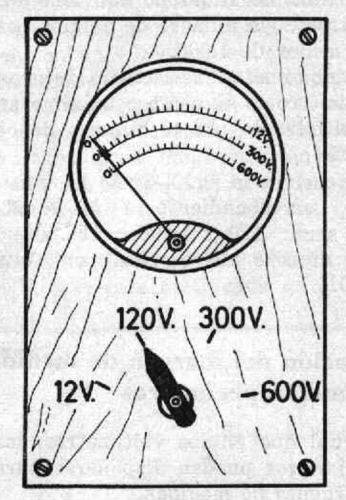


Fig. X-3. — Voltímetro con margen de medida hasta 600 V: (A) El circuito correspondiente a cada margen incluye la resistencia serie adecuada; (B) Detalle de las escalas y conmutador de márgenes de medida.

R, es decir, $R_1 = 12.000\ \Omega$; $R_2 = 120.000\ \Omega$; $R_3 = 300.000\ \Omega$ y $R_4 = 600.000\ \Omega$.

Resistencia interna de un voltímetro

La exactitud de un voltímetro es tanto mayor cuanto más sensible es el miliamperímetro utilizado como instrumento de medida.

En el caso de los voltímetros, en lugar de

aparecer la indicación de la corriente máxima que puede medirse con el miliamperímetro, que es el instrumento de medida, se indica en la parte inferior de la escala el valor en "ohmios por voltio".

En el caso de la fig. X-2 (b) el número de ohmios por voltio será de 980 + 20 = = 1.000 Ω.

Si utilizáramos un miliamperímetro en el que la corriente máxima fuese de 0,5 miliamperios, para medir una tensión de 1 V sería necesario que la resistencia total del circuito fuese de 2.000 Ω en lugar de 1.000 Ω y en este caso diremos que la resistencia del voltímetro es de 2.000 Ω por voltio.

El error cometido en las medidas es tanto menor cuanto mayor sea el número de ohmios por voltio del instrumento usado. En los aparatos de radio no conviene utilizar voltímetros cuyo número de ohmios por voltio sea menor de 1.000.

La denominada "resistencia interna" de un voltímetro es el alcance máximo en voltios multiplicado por el número de ohmios por voltio.

En el caso de la fig. X-3 (A) la *resistencia interna* correspondiente a la escala de 120 V será: 120 × 1.000 = 120.000 Ω ya que el número de ohmios por voltio es de 1.000.

Ampliación del margen de medida de los miliamperímetros

Al igual que en los voltímetros, los miliamperímetros pueden disponerse para varios márgenes de medidas.

Para ello se recurre a un artificio sencillísimo que consiste en derivar sobre sus terminales una resistencia varias veces menor que la de la bobina del miliamperímetro. Esta resistencia que recibe el nombre de "shunt" o "reductor" divide al circuito por el que atraviesa la corriente, fig. X-4, en dos partes montadas en paralelo.

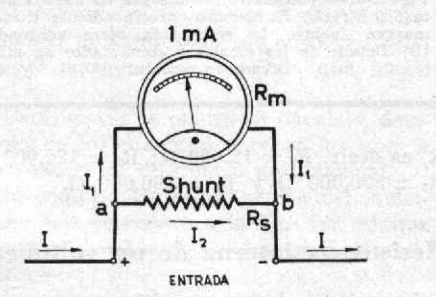


Fig. X-4. — El shunt montado en paralelo con el miliamperímetro, permite ampliar el margen de las medidas.

Por consiguiente, la corriente total I se dividirá, al llegar al punto *a* en dos partes I_1 e I_2 cuya intensidad será inversamente proporcional a las resistencias Rm del miliamperímetro y Rs del shunt.

Como ya hemos indicado que esta última es mucho menor que la primera, la corriente I_1 que pasa por el miliamperímetro será también mucho menor que la que tratamos de medir I.

Pero ¿cuánto menor? Para conocer su verdadero valor es necesario que sepamos por qué número hemos de multiplicar el resultado de la medida (I_1) para tener el verdadero valor (I) de la corriente. Este número es el que se conoce por *factor de multiplicación del shunt*.

Para aclarar esto nos referimos a un ejemplo:

Supongamos que la resistencia de la bobina del miliamperímetro (Rm) es de 27 Ω y que deseamos extender el margen de medida hasta 10 mA, es decir, que la corriente (I) que hemos de medir es de 10 mA y la corriente máxima (I_1) que puede pasar por el aparato de medida es de 1 mA.

La corriente que pasará por el shunt (I_2) será la diferencia, o sea, 9 mA, lo que equivale a decir que la resistencia Rs será 9 veces menor que Rm o sea de 3 Ω.

El *factor de multiplicación* es igual a

$$1 + \frac{Rm}{Rs} = 1 + 9 = 10$$

Aparato para medida de voltajes y corrientes continuas

Con lo dicho anteriormente sobre la ampliación de los márgenes de medida del voltímetro y del miliamperímetro estamos en condiciones de montar un aparato con el que podemos medir voltajes e intensidades de corriente continua comprendidos en un amplio margen de medida.

La fig. X-5 representa el circuito de uno de estos aparatos, para medir voltajes hasta 1.000 V e intensidades hasta 10 A, con un miliamperímetro para una corriente máxima de 1 mA y una resistencia interior de 27 Ω.

Como ya hemos visto para las medidas de

voltajes y corrientes con diferentes márgenes de medida, utilizando un miliamperímetro de 0-1 mA, es necesario, para las primeras, intercalar en serie con este instrumento las resistencias R_1, R_2, R_3 y R_4 y

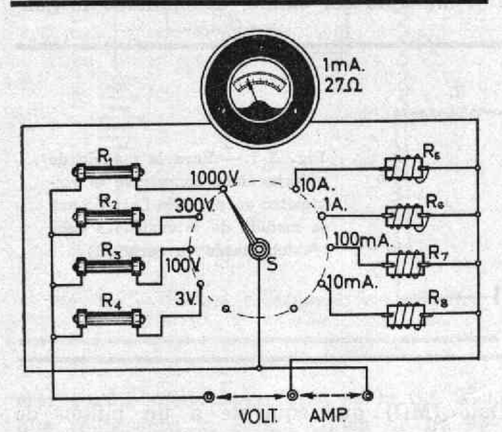


Fig. X-5. — Esquema del aparato para medidas de voltajes y de intensidades de corriente continua.

para medir intensidades deberán quedar montados en paralelo con el mismo, las resistencias R_5, R_6, R_7 y R_8: Unas y otras dispondrán el aparato para los márgenes de medida marcados en los contactos correspondientes del conmutador giratorio S.

El aparato está provisto de tres bornas o terminales; el central se utiliza tanto en las medidas de voltajes como de intensidades, en unión del de la izquierda, en las primeras y del de la derecha en las segundas.

Ya hemos visto en qué forma pueden calcularse los valores de estas resistencias, por lo que nos limitaremos a indicar a continuación el resultado de estos cálculos:

$R_1 = 1\ M\Omega$; $R_2 = 300.000\ \Omega$; $R_3 = 100.000\ \Omega$; $R_4 = 3.000\ \Omega$.
$R_5 = 0{,}0027\ \Omega$; $R_6 = 0{,}027\ \Omega$; $R_7 = 0{,}27\ \Omega$; $R_8 = 3\ \Omega$.

Las resistencias R_1 a R_4 pueden adquirirse en el comercio, pero las R_5 a R_8 deberán construirse con gran exactitud, pues de ello dependerá la precisión de las medidas de intensidades de corriente.

Más adelante veremos cómo pueden construirse estas resistencias, una vez que hayamos llegado al apartado dedicado a las medidas de resistencia.

No obstante, una forma sencilla de hacerlo sería adquirir en el comercio las longitudes necesarias del llamado *hilo de resistencia*, del que se conoce el número de ohmios por cada metro del mismo.

Como su nombre lo indica este tipo de hilo se caracteriza por su elevada resistencia. Lógicamente se adquirirá el hilo de diámetro adecuado para que pueda circular por el mismo, sin calentamiento apreciable, la corriente que ha de desviarse por el shunt en cada margen de medidas.

Medida de voltajes e intensidades en corriente alterna

Se puede utilizar un miliamperímetro de corriente continua para las medidas en corriente alterna, pero es necesario transformar en continua la corriente que circula por el mencionado instrumento de medida.

Esto se consigue por medio de un rectificador en puente, formado por cuatro unidades rectificadoras dispuestos en la forma mostrada en la fig. X-6, que representa el circuito de un voltímetro para corriente alterna.

Las flechas de trazo lleno indican el sentido de la corriente rectificada en el semipe-

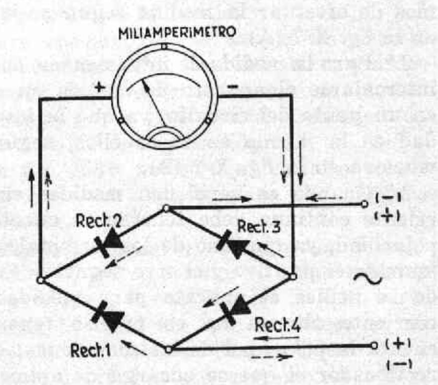


Fig. X-6. — Para las medidas en corriente alterna, es preciso transformarla en continua, cuando se utiliza el miliamperímetro de corriente continua.

ríodo positivo de la corriente alterna y las de puntos el sentido de dicha corriente cuando se rectifica el semiperíodo negativo. Como se ve en ambos casos el sentido de la corriente que atraviesa el instrumento de medida es

el mismo, entrando por la borna marcada + y saliendo por la marcada —.

De acuerdo con este principio podremos construir un voltímetro para corriente alterna añadiendo al circuito de la fig. X-6 la resistencia serie representada por Rm en la fig. X-2 y un amperímetro para alterna mediante la adición del shunt según aparece en la fig. X-4.

Precauciones para el empleo del aparato de medida

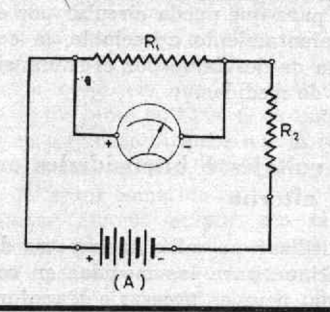
1.ª Para la medida de voltajes es necesario conectar el aparato en paralelo sobre la parte del circuito entre cuyos terminales hemos de efectuar la medida según se indica en la fg. X-7 (A).

2.ª Para la medida de intensidades, deberá intercalarse el aparato de medida *en serie* en un punto del circuito, ya que la intensidad es la misma en todos ellos, según se muestra en la fig. X-7 (B).

3.ª Cuando se verifiquen medidas en corriente continua debe tenerse en cuenta la polaridad, ya que uno de los terminales del aparato es positivo y el otro negativo. Cuando se utilice el aparato para medidas en corriente alterna no es preciso tener en cuenta la polaridad de las conexiones; es el rectificador el que se encarga de aplicar la polaridad adecuada.

4.ª Téngase muy en cuenta que la conexión de un voltaje o una intensidad superior al margen de medida correspondiente, puede quemar el aparato de medida.

5.ª Para evitar este peligro debe ponerse el conmutador en una posición correspondiente a un margen de medida superior y reducir progresivamente el margen, hasta llegar al adecuado.



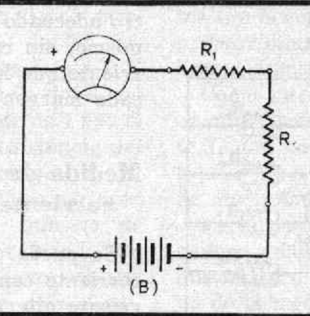


Fig. X-7. — Para la medida de voltajes debe conectarse el voltímetro en paralelo (A), y para la medida de intensidades debe conectarse en serie (B).

Medida de resistencias

Recordaremos que la unidad utilizada para la medida de resistencias es el ohmio (Ω); cuando son muy grandes, la unidad es un múltiplo del ohmio, denominado megohmio (MΩ) que equivale a un millón de ohmios.

La medida de resistencias se basa en la relación que existe entre el voltaje del generador que alimenta un circuito, la intensidad de la corriente que por él circula y su resistencia.

Estos tres valores están relacionados por la conocida Ley de Ohm. que nos dice que:

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Intensidad}}$$

EL ÓHMETRO. — El aparato destinado a la medida de resistencias es conocido con el nombre de óhmetro y su esquema fundamental se representa en la fig. X-8. En esencia no es sino un miliamperímetro alimentado por una pila de voltaje E.

Los terminales del óhmetro marcados X-X se destinan a conectar la resistencia Rx que se trata de medir. En serie se encuentra una resistencia Rc conocida por *resistencia de calibración* cuyo valor depende del margen de medidas utilizado.

Cuando se conecta una resistencia Rx a los terminales X-X la aguja del miliamperímetro se desviará sobre su escala llegando hasta el final de la misma si la resistencia es muy pequeña, siendo tanto menor la desviación cuanto mayor sea la resistencia ya que la intensidad de la corriente que atraviesa el miliamperímetro es inversamente proporcional a la resistencia del circuito.

Por esta razón el cero de la escala del óhmetro está al final de la misma, a la dere-

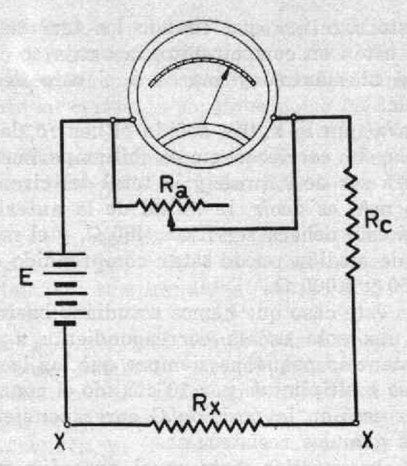


Fig. X-8. — Circuito fundamental del óhmetro.

cha, según puede apreciarse en la fig. X-9, que representa la escala típica de un óhmetro.

Como puede apreciarse, cuando la resistencia entre los terminales X-X sea nula (cortocircuito) la aguja deberá marcar el cero de la escala, pero fácilmente se comprende que a medida que se vaya agotando la batería E la desviación será menor, lo que falsearía el resultado de las medidas.

Para evitarlo es necesario que la corriente que atraviesa el miliamperímetro y por tanto la lectura sobre la escala sea la misma cuando se midan resistencias iguales aunque varíe el voltaje E. Se ha dispuesto una re-

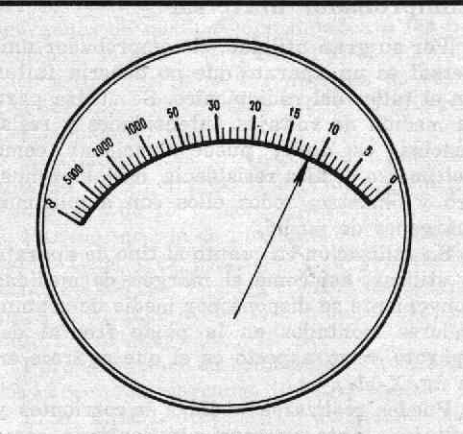


Fig. X-9. — Escala del óhmetro.

sistencia shunt, Ra, variable cuyo objeto es hacer que la lectura sea cero cuando se conectan los terminales X-X por medio de un hilo metálico cuya resistencia sea prácticamente nula.

El inconveniente de la escala del óhmetro es que las divisiones de la izquierda de la escala, que son las que corresponden a las resistencias más altas, están muy juntas y de una a otra hay bastante diferencia de valor de la resistencia, por lo que resulta muy difícil la exactitud de las medidas. Por esta

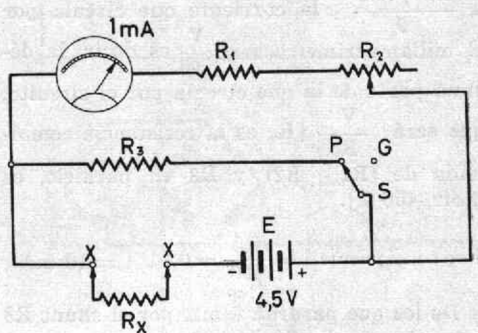


Fig. X-10. — Óhmetro con dos escalas de medidas para pequeñas y grandes resistencias.

razón deberá utilizarse preferentemente la parte central de la escala.

Para conseguirlo, se adopta un procedimiento similar al de los voltímetros y amperímetros con varios márgenes de medida, utilizando dos o tres escalas, seleccionadas por medio de un conmutador.

La fig. X-10 muestra el circuito correspondiente a un óhmetro para dos márgenes de medida.

Cuando se pone el conmutador S en la posición G, correspondiente a las resistencias grandes, y los terminales X-X en cortocircuito, la corriente que atraviesa el miliamperímetro debe ser de 1 mA para que la aguja se desvíe hasta el extremo de la derecha de la escala, marcado 0 ohmios.

La resistencia total del circuito R1 + R2 debe ser de 4.500 Ω lo que se consigue haciendo R1 = 4.200 Ω y R2, que es una resistencia variable con objeto de que pueda ajustarse al cero a pesar del agotamiento de la batería, puede ser de 500 Ω, ajustada a 300 Ω en este caso.

Para que la aguja señale el centro de la escala, es necesario que la corriente sea de

0,5 mA, para lo que deberá ser doble la resistencia total del circuito al que se ha añadido la resistencia Rx objeto de la medida, que, por tanto, deberá tener un valor de 4.500 Ω.

Este será, pues, el valor medio del margen de medida, que puede estar comprendido entre 500 y 50.000 Ω.

Para medir pequeñas resistencias debe ponerse el conmutador en la posición P que dispone la resistencia R3 en paralelo con el circuito interior.

Si esta resistencia es de 500 Ω equivalente a $\frac{R1 + R2}{9}$, la corriente que circula por el miliamperímetro será $\frac{V}{10}$ es decir, la décima parte de la que circula por el circuito, que será: $\frac{V}{Rc}$ [Rc es la resistencia combinada de (R1 + R2) y R3 en paralelo, es decir, 450 Ω].

$$\text{Por consiguiente } I = \frac{4{,}5}{450} = 0{,}01 \text{ A} = 10 \text{ mA.}$$

De los que pasarán 9 mA por el shunt R3 y 1 mA por el miliamperímetro.

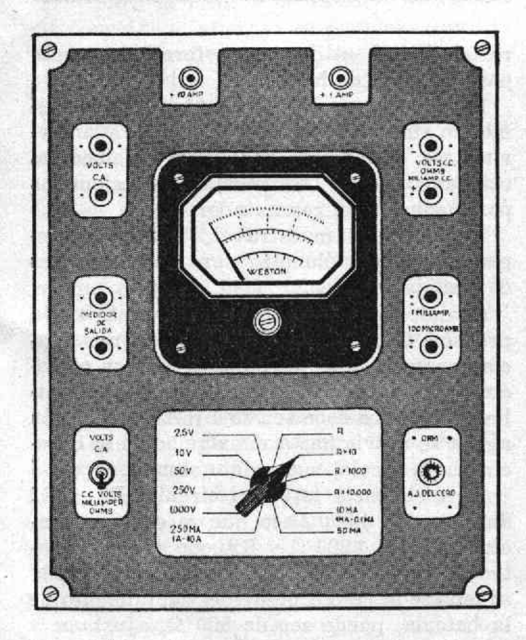


Fig. X-11. — Comprobador universal. Aspecto del panel frontal.

Esto significa que cuando los terminales X-X estén en cortocircuito, la aguja se desviará al máximo y marcará el cero de la escala.

Para que la aguja señale el centro de la escala, la corriente en el miliamperímetro deberá ser de 0,5 mA y la total del circuito de 5 mA, es decir, la mitad de la anterior. Para esto deberá ser Rx = 450 Ω, y el margen de medida puede estar comprendido entre 50 y 5.000 Ω.

En este caso que hemos estudiado bastará con una sola escala correspondiente a las resistencias pequeñas siempre que las lecturas se multipliquen por 10 cuando el conmutador esté en la posición G correspondiente a las grandes resistencias.

En la práctica, éste es el procedimiento adoptado y el conmutador puede tener varias posiciones, tantas como márgenes de medida marcadas R, R × 100, R × 1.000.

La escala corresponde al margen de pequeñas resistencias (posición R) y por tanto, cuando el conmutador esté en esta posición, el valor de la resistencia medida se lee directamente; supongamos que sea de 50 Ω.

Cuando se pasa el conmutador a la posición R × 100, si la lectura sigue siendo de 50 Ω, el valor de Rx será de 50 × 100 = = 5.000 Ω y si el conmutador está en la posición R × 1.000 y la lectura fuese la misma el valor de Rx será de 50 × 1.000 = = 50.000 Ω.

En todos los casos deberá elegirse la posición del conmutador para que la lectura coincida con el sector central de la escala.

Comprobador universal

Por su gran utilidad, el comprobador universal es un aparato que no debería faltar en el taller del radiotécnico. Se utiliza para la medida de voltajes, intensidades y resistencias, es decir, puede funcionar como voltímetro de alta resistencia, miliamperímetro y óhmetro, todos ellos con amplísimos márgenes de medida.

Su utilización en cuanto al tipo de aparato a utilizar, así como el margen de medidas conveniente se dispone por medio de conmutadores montados en la parte frontal del aparato, cuyo aspecto es el que aparece en la fig. X-11.

Pueden realizarse medidas de corrientes y voltajes, tanto en corriente continua como en alterna. El aparato de medida es sumamente sensible ya que se trata de un micro-

amperímetro con un alcance máximo de 50 microamperios (50 μA).

Los márgenes de medida como voltímetro, tanto en corriente continua como en alterna son 2,5 V, 10 V, 50 V, 250 V y 1.000 V.

Como amperímetro dispone de cinco márgenes de medida comprendidos entre 50 μA y 10 A.

Para la medida de resistencias dispone de cuatro márgenes de medida aplicables a resistencias comprendidas entre 0,25 Ω a 30 MΩ.

El aparato está provisto de una serie de bananas hembras para la conexión de los conductores utilizados en las medidas terminados en puntas de contacto, uno rojo, que se enchufa en las bananas marcadas + y otro negro que se enchufa en la marcada — que es común a todas las medidas en corriente continua.

Para las medidas en corriente alterna se utilizan dos terminales distintos situados en la parte superior izquierda del aparato.

En la parte inferior izquierda hay un conmutador para disponer el circuito para las medidas de corriente continua o alterna.

A la derecha y también en la parte inferior se ha equipado el potenciómetro para ajuste del cero del óhmetro.

En la parte central están situados, en la parte superior, el aparato de medida con escalas para las medidas de voltajes e intensidades de corriente continua o alterna y de resistencia y en la parte inferior el conmutador de márgenes de medida.

Para la medida de resistencias comprendidas entre 0,25 Ω y 3.000 Ω debe ponerse el conmutador en la posición R. Otros tres márgenes de medida corresponden a las posiciones R × 10, R × 1.000 y R × 10.000 que se utilizan para las medidas de resistencias hasta 30.000 Ω, 3 MΩ y 30 MΩ respectivamente.

El aparato está provisto de dos baterías, una de 1,5 V para los tres primeros márgenes y otra de 15 V para el último.

Para la medida de intensidades, el conmutador tiene tres posiciones: la primera es común a 100 μA, 1 mA y 10 mA; la segunda para el alcance de 50 mA y la tercera, común a 250 mA, 1 A y 10 A.

Para el alcance en común deben utilizarse los conectores marcados 100 μA, 1 mA, 1 A y 10 A. Para la lectura con un alcance máximo de 50 μA, o sea para la mayor sensibilidad, debe ponerse el conmutador en la posición marcada 2,5 V.

El capacímetro

Este aparato se utiliza, como su nombre lo indica, para la medida de la capacidad de los condensadores.

Su funcionamiento es similar al del óhmetro y el instrumento empleado es un miliam-

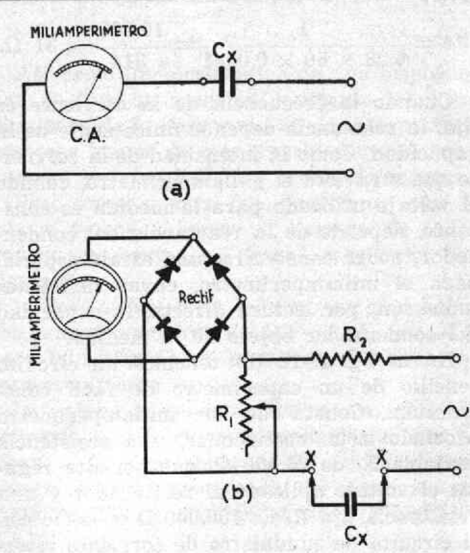


Fig. X-12. — El capacímetro: *a)* Principio fundamental; *b)* Circuito de un capacímetro elemental.

perímetro para la medida de una tensión que, en este caso, es alterna en lugar de ser continua.

La fig. X-12 (a) representa el principio fundamental del aparato. Un circuito sería formado por el condensador objeto de la medida (Cx) y un miliamperímetro de corriente alterna, y es alimentado por una tensión alterna.

Cuanto mayor sea la capacidad de Cx menor será su resistencia al paso de la corriente alterna, es decir, su reactancia y por tanto, mayor será la corriente que circula por el miliamperímetro que se traducirá en una desviación de la aguja indicadora sobre su escala.

El miliamperímetro que como se ha indicado debe servir para medidas con corriente alterna debe estar provisto de un rectificador y puede estar dispuesto para diferentes márgenes de medida.

La reactancia (Xc) de un condensador, de-

pende de su capacidad (C) y de la frecuencia de la corriente que se utiliza para la medida y puede calcularse por medio de la fórmula

$$Xc = \frac{1}{2 \times 3{,}14 \times f \times C}$$

Si la frecuencia f es de 50 ciclos y la capacidad de 100 $\mu F = 0{,}0001$ F la reactancia será:

$$Xc = \frac{1}{6{,}28 \times 50 \times 0{,}0001} = \frac{10.000}{314} = 31\ \Omega.$$

Cuando la frecuencia de la corriente es fija, la reactancia depende únicamente de la capacidad. Como la intensidad de la corriente que atraviesa el miliamperímetro, cuando el voltaje utilizado para la medida es constante, depende de la reactancia del condensador, podrá construirse una escala especial para el miliamperímetro, cuyas divisiones indicarán, por lectura directa, la capacidad del condensador objeto de la medida.

En la fig. X-12 (b) tenemos un circuito sencillo de un capacímetro de fácil construcción. Consta de un miliamperímetro asociado a un rectificador, una resistencia variable R_1 de 25.000 Ω, que permite regular el voltaje aplicado al rectificador y una resistencia fija R_2 de 100.000 Ω en serie con el circuito de suministro de corriente alterna necesaria para la medida.

El condensador (Cx) que ha de medirse, se conecta a los terminales X-X, también en serie en el circuito mencionado.

Con este sencillo aparato pueden medirse capacidades comprendidas entre 0,001 μF y 1 μF.

Si disminuimos el valor de R_2, es evidente que aumentará la intensidad de la corriente y, por lo tanto, podremos medir capacidades más grandes.

Si disponemos de resistencias fijas de distintos valores, intercambiables por medio de un conmutador, dispondremos de un capacímetro con varios márgenes de medida. La resistencia fija (R_2) determina el valor de la capacidad (C_X) para la que la aguja del miliamperímetro coincide con el centro de la escala, o sea la resistencia que sumada a la reactancia del condensador (para la frecuencia y el voltaje del generador de corriente alterna), da como resultante la resistencia necesaria.

El generador de corriente alterna utilizado para la medida, es generalmente la red de alumbrado.

Construcción de la escala

Para facilitar las medidas, es conveniente construir una escala en la que, por lectura directa, podamos deducir el valor de la capacidad desconocida.

Para ello debemos disponer de cuatro o más condensadores cuya capacidad, perfectamente conocida, esté comprendida dentro del margen de medidas para el que está dispuesto el capacímetro.

La graduación de la escala o calibrado de la misma se refiere, como hemos indicado anteriormente a un voltaje y una frecuencia de la corriente alterna que son los utilizados para la calibración, por lo que sólo será valedera para las medidas que se realizan con los mismos voltajes y frecuencia.

Si suponemos que el margen de medida está comprendido entre 0,001 μF y 1 μF, debemos procurarnos cuatro condensadores cuyas capacidades sean de 0,001 μF, 0,05 μF, 0,5 μF y 1 μF, que conectamos sucesivamente a los terminales X-X.

Previamente ajustaremos los valores de R_1 y R_2 para que con la capacidad media, de 0,5 μF, la desviación de la aguja coincida con el centro de la escala.

A cada condensador de valor conocido, corresponderá una desviación de la aguja. Sobre la escala marcaremos una señal en la que se indicará el valor de la capacidad utilizada.

Podríamos emplear más de cuatro condensadores y por consiguiente, marcaríamos más desviaciones sobre la escala.

Como, finalmente, las desviaciones son directamente proporcionales a la capacidad intercalada en el circuito de medida, se dividirán los espacios comprendidos entre cada dos divisiones en partes iguales, marcando sobre las mismas las capacidades correspondientes.

LECCIÓN XI

MONTAJE DE UN RECEPTOR SUPERHETERODINO

A través de las lecciones precedentes habrá adquirido los conocimientos básicos, necesarios para poder enfrentarse con el trabajo de taller y montaje de aparatos de radio y de baja frecuencia.

Suponemos que en la lectura de las páginas anteriores habrá puesto el mayor interés repitiendo la de las partes que hayan resultado más difíciles de asimilar. Asimismo y como requisito obligado, habrá realizado algunas prácticas de soldadura y conexión, incluyendo la necesaria preparación de los conductores.

Igualmente suponemos que ya está capacitado para manejar las herramientas con soltura y habilidad y con todo esto ya puede sentarse frente al banco del taller y acometer el trabajo para el que le hemos estado preparando hasta este momento.

Circuito eléctrico del receptor

Después de una cuidadosa selección o bien por consideraciones personales hemos llegado a elegir el circuito del receptor objeto de nuestro primer montaje.

Nuestras preferencias han recaído sobre el que corresponde a un receptor superheterodino, de tipo clásico, para corrientes alternas y ondas normal y corta.

La fig. XI-1 representa un conjunto de símbolos con los que ya estamos familiarizados. Corresponden a las lámparas ECH81, EF80, EL84 y EZ80, condensadores fijos y variables, resistencias, transformadores de R.F. y F.I. de B.F. y de alimentación.

Estos elementos están ligados entre sí, por medio de líneas que representan las conexiones, de las que algunas, bordeadas por líneas de trazos, son realizadas por medio de conductores blindados.

Para facilitar el conexionado de las lámparas, se han representado por separado los esquemas de conexiones de los electrodos de las mismas.

Así como los ejecutantes de una orquesta han de fijar su atención constante sobre la partitura de la obra que han de interpretar, nosotros hemos de mantenerla sobre el "esquema" o "circuito" que hemos de montar.

Pero antes y para familiarizarnos con el mismo vamos a hacer un examen de cada una de sus partes, o "pasos", y que son los siguientes:

1. *Paso selector de señales,* equipado con dos transformadores de R.F., L_1-L_2 y L_3-L_4 para la recepción de ondas normal y corta respectivamente.

La antena se conecta alternativamente al primario L_1 ó L_3 cuyos secundarios se sintonizan a la frecuencia de la emisora que deseamos recibir, por medio del condensador variable CV_1 y un condensador ajustable (TRIM).

El circuito secundario se conecta a la rejilla del

2. *Paso conversor de frecuencia,* equipado con un triodo-heptodo ECH81.

La sección triodo, que trabaja como osciladora, está asociada al juego de las bobinas L_5-L_6 y L_7-L_8 que corresponden respectivamente a las L_1-L_2 y L_3-L_4.

El cambio de estas bobinas se realiza por medio de un conmutador de cuatro secciones, S_1-S_2-S_3-S_4, que es el "conmutador de ondas".

Al igual que los del primer paso, los secundarios están sintonizados a una frecuencia mayor que la de sintonía de L_2 y L_4, por medio de un condensador variable CV_2 y un ajustable (TRIM). Los primarios L_5 y L_7 se conectan alternativamente a la rejilla del triodo y los secundarios L_6 y L_8 a la placa del mismo.

La diferencia entre las frecuencias de sintonía del oscilador y el circuito de entrada, es el valor de la "frecuencia intermedia".

La tercera rejilla del heptodo y la del triodo están unidas en el interior de la lámpara lo que permite el "batido" o mezcla de ambas frecuencias. El resultado de esta mezcla es la frecuencia intermedia que aparece

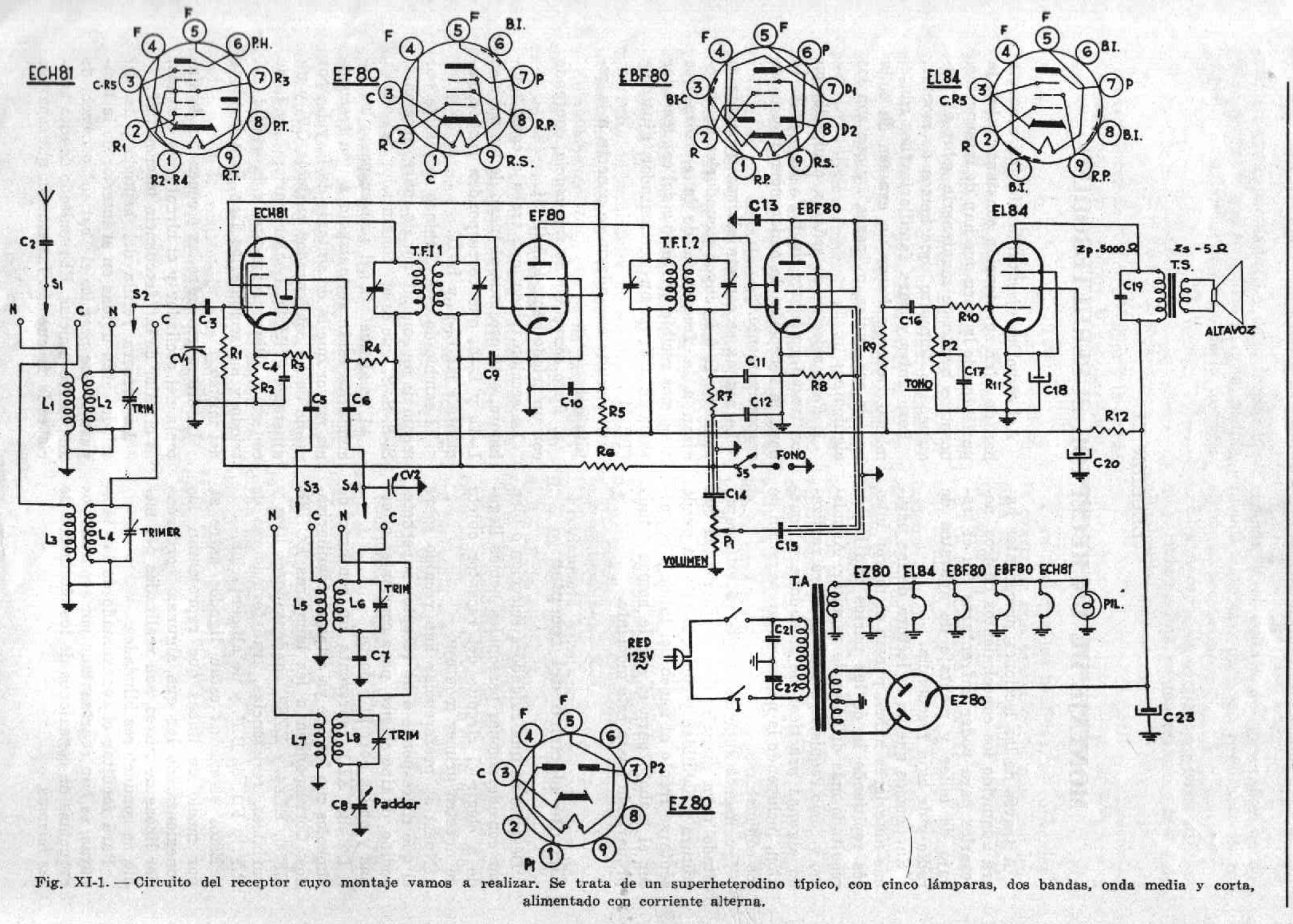


Fig. XI-1. — Circuito del receptor cuyo montaje vamos a realizar. Se trata de un superheterodino típico, con cinco lámparas, dos bandas, onda media y corta, alimentado con corriente alterna.

en el circuito de placa del heptodo, en el que se encuentra el primario del primer transformador de F.I. (T.F.I.1).

La polarización de rejilla del heptodo es automática y se realiza por medio de la resistencia de cátodo R_2 shuntada por el condensador C_4.

La alimentación de placa del triodo se aplica a través de la resistencia R_4 conectada a la línea + A.T. de la que se alimenta directamente la placa del heptodo.

Los condensadores C_5 y C_6 constituyen el acoplo entre rejilla y placa del oscilador y sus bobinas respectivas. En el caso de la rejilla C_5 interrumpe la comunicación directa a masa a través de L_5 ó L_7.

3. *Amplificador de frecuencia intermedia.* La señal de F.I. presente en el circuito de placa se aplica a la rejilla del amplificador de F.I. equipado con el pentodo EF80 a través de T.F.I.1. cuyos dos arrollamientos están sintonizados a la F.I. por medio de dos condensadores ajustables.

El cátodo está conectado a masa directamente. La placa se alimenta mediante su conexión a la línea + A.T. a través del primario del segundo transformador de F.I. (T.F.I.2), que así como el secundario y por el mismo procedimiento que en T.F.I.1, están también ajustados a la F.I.

La alimentación de la rejilla pantalla se verifica a través de R_6, desacoplada a masa por medio del condensador C_{10}.

Mediante este paso de amplificación se eleva el voltaje de la señal de F.I. al valor adecuado para la detección, que tiene lugar en el

4. *Detector-preamplificador de B.F.* — La señal de F.I. que aparece en el secundario de T.F.I.2 después de amplificada, se aplica a los diodos del doble diodo-pentodo EBF80 para su detección. En el circuito de detección está incluida la resistencia R_7, que con los condensadores C_{11} y C_{12} forma un filtro que da paso a masa a las componentes de F.I. y el potenciómetro P_1 en serie con C_{14}, que constituye la carga del detector.

Por consiguiente, a la salida del filtro encontraremos la señal de audio-frecuencia, que se aplica al potenciómetro de control de volumen P_1 a través del condensador C_{14}.

Este circuito suministra también la tensión necesaria para el control automático de volumen (C.A.V.), que se aplica a la rejilla del amplificador de F.I. después de atravesar el filtro constituido por la resistencia R_8 y el condensador C_9 que da paso a masa a las componentes alternas, utilizando para la polarización de las rejillas asociadas únicamente la componente continua de la corriente detectada, y a la rejilla de la ECH81, a través de R_1.

El circuito de carga del detector está formado, según se ha indicado por el condensador C_{14} y el potenciómetro de control de volumen P_1, por el que pasan las señales de audiofrecuencia y terminan su circuito en masa.

A lo largo del potenciómetro se establece una escala de potenciales y sobre el mismo y mediante el recorrido del cursor, se puede regular el nivel de la señal aplicada a la rejilla de control de la sección pentodo, que trabaja como preamplificadora de B.F.

Para eliminar los posibles residuos de F.I. después de la detección, evitando su paso hacia el amplificador final, se ha dispuesto un condensador C_{13} en derivación entre la placa de la EBF80 y masa.

Por medio de un contacto del conmutador de ondas se puede intercalar en el circuito de B.F. el pick-up, para lo que se dispone de dos terminales marcados "FONO".

Y sigue avanzando la señal a través del circuito del receptor, para llegar al término de su recorrido, que es el

5. *Amplificador final de audiofrecuencia* cuya misión es conseguir que el voltaje de la señal detectada alcance el valor necesario para el correcto funcionamiento del altavoz.

Esto se consigue mediante la amplificación proporcionada por el pentodo final EL84.

La conexión entre el circuito de placa del preamplificador de B.F. y la rejilla de la EL84 se establece por medio de un circuito de acoplamiento constituido por la resistencia R_9 que es la de carga de placa de la EBF80 y el condensador C_{16}.

La resistencia R_{10} está destinada a introducir una pérdida en el circuito de rejilla que evite la posibilidad de cualquier oscilación parásita en el amplificador final.

En sustitución de la resistencia de escape de rejilla, encontraremos el circuito formado por el potenciómetro P_2 y el condensador C_{17}.

Fácilmente se comprende que este circuito dejará pasar hacia masa con más facilidad a un margen de frecuencias que a otro; todo depende de la posición del cursor.

Si está en la posición superior, la resistencia del potenciómetro estará shuntada por C_{17} y tendrán más fácil paso a masa las frecuencias altas, que llegarán más atenuadas

a la rejilla de la EL84 y por consiguiente serán más débiles que las bajas a la salida de esta lámpara.

Si el cursor está en la parte inferior, queda cortocircuitado C_{17}, quedando solamente en circuito la resistencia del potenciómetro que ofrecerá mayor resistencia que en el caso anterior al paso a masa de las frecuencias más altas, ocurriendo lo contrario con las bajas que son más atenuadas. Por consiguiente, en estas condiciones, se favorece la reproducción de las frecuencias altas.

Entre estas dos posiciones extremas del cursor existen otras intermedias que permiten favorecer la reproducción de unas frecuencias a costa de la atenuación de otras y esta es la razón por la que este circuito es conocido por *control de tono.*

Como es sabido, la señal de audiofrecuencia ha alcanzado, a la salida del amplificador final, el volumen suficiente para accionar el altavoz. El acoplamiento correcto de impedancias tan distintas, como son la de 5.000 Ω del circuito de placa y la de 5 Ω del altavoz se consigue por medio del transformador T.S.

6. *Unidad de alimentación.* — Esta unidad, no constituye un paso más del circuito del receptor, sino un elemento auxiliar para el suministro de los voltajes de A.T. para alimentación de las placas y rejillas pantalla de las lámparas del mismo, así como los de calefacción de los filamentos de éstas y de la rectificadora biplaca EZ80.

El filtro para la eliminación de la componente alterna, presente en la tensión rectificada, está formado por la resistencia R_{12} y los condensadores electrolíticos C_{20} y C_{23}.

Con la descripción del circuito completo del receptor, hemos pretendido, no solamente recordar la misión y funcionamiento de cada uno de sus pasos sino exponer en la forma más clara que nos ha sido posible la unión entre los mismos siguiendo la trayectoria y transformaciones sucesivas de la señal desde que es captada por la antena y aplicada al terminal de ANTENA del receptor, hasta que, a su llegada al altavoz, se transforma en sonidos que son fiel reproducción de los que integran el programa de la emisora sintonizada por nuestro receptor.

Elementos necesarios para el montaje del receptor

Nuestra primera labor debe ser la de reunir todos los elementos que nos son necesarios para realizar el montaje del receptor.

Aparte del chasis metálico, sobre cuya construcción daremos una información detallada seguidamente, debemos proveernos de los siguientes elementos, que podemos adquirir en cualquier establecimiento del ramo.

Condensadores variables y ajustables

Un condensador variable formado por dos secciones en tandem, de 450 μμF con mando único (CV_1 y CV_2).

Un condensador ajustable (C_8) de 500 μμF o pF.

En el caso de adquirir en el comercio el juego de bobinas estarán provistas de condensadores de ajuste (trimmers) o núcleos ajustables, pero si decidimos constituir las bobinas en nuestro taller, habremos de adquirir cuatro condensadores ajustables de 50 μμF o pF.

Condensadores fijos

Uno de 470 μμF (mica) — (C_2).
Uno de 120 μμF (mica) — (C_3).
Tres de 0,1 μF (papel) — (C_4, C_9 y C_{10}).
Uno de 47 μμF (mica) — (C_5).
Uno de 400 μμF (mica) — (C_6).
Uno de 0,001 μF (papel) — (C_7).
Dos de 100 μμF (mica) — (C_{11} y C_{12}).
Uno de 220 μμF (mica) — (C_{13}).
Tres de 0,02 μF (papel) — (C_{14}, C_{15} y C_{16}).
Uno de 0,01 μF (papel) — (C_{17}).
Uno de 100 μF — 25 V electrolítico — (C_{18}).
Uno de 0,005 μF (papel) — (C_{19}).
Uno electrolítico, de dos secciones de 25 μF 500 V — (C_{20} y C_{23}).
Dos condensadores de 0,1 μF — 250 V (papel) — (C_{21} y C_{22}).

Resistencias

De carbón.

Una de 1 MΩ (1/2 vatio) — (R_1).
Una de 180 Ω (1/2 vatio) — (R_2).
Una de 27.000 Ω (1/2 vatio) — (R_3).
Una de 25.000 Ω (1 vatio) — (R_4).
Una de 22.000 Ω (1 vatio) — (R_5).
Una de 2 MΩ (1/2 vatio) — (R_6).
Una de 47.000 Ω (1/2 vatio) — (R_7).
Una de 10 MΩ (1/2 vatio) — (R_8).
Una de 240.000 Ω (1/2 vatio) — (R_9).
Una de 1.000 Ω (1/2 vatio) — (R_{10}).

De hilo bobinado.

Una de 150 Ω (2 vatios) — (R_{11}).
Una de 1.200 Ω (2 vatios) — (R_{12}).

Potenciómetros.

Uno de 0,5 MΩ con interruptor para la corriente de la red — (P_1) — (Control de volumen).
Uno de 0,5 MΩ (control de tono).

Lámparas.

Una Noval ECH81 (conversora).
Una Noval EF80 (amplificadora de F.I.).
Una Noval EBF80 (detectadora-preamplificadora).
Una Noval EL84 (amplificadora final).
Una Noval EZ80 (rectificadora).
Una lamparita piloto de 6,3 V — 0,1 A.

Accesorios.

Cinco soportes para lámparas Noval.
Un portalámparas para piloto.
Un dial de sintonía (cuando no lo lleve ya la caja).
Un chasis con perforaciones, adecuado al esquema del receptor (cuando no se desee construirlo en el taller).
Dos transformadores de F.I. (T.F.I.1 y T.F.I.2).
Un juego de bobinas para ondas normal y corta (cuando no se construyan en el taller).
Un conmutador de ondas, de cuatro secciones, para ondas normal y corta.
Un transformador para acoplamiento del altavoz. Impedancia del primario 5.000 Ω; impedancia del secundario, 5 Ω. (T.S.). (Generalmente se suministra con el altavoz.)
Un transformador de alimentación (T.A.) de las siguientes características:
Primario: Adecuado al voltaje de la red.
Secundarios: De A.T. = De dos secciones de 350 V — 100 mA. De filamentos = De 6,3 V — 3 A.
Un altavoz de 8 pulgadas, electrodinámico.
Una clavija de enchufe de cuatro patillas, para el altavoz.
Cuatro botones de mando.
Dos bananas hembra para antena y tierra.
Una plaquita indicadora para "Antena" y "Tierra".
Cuatro plaquitas de conexión dobles.
Un enchufe para toma de corriente de la red.
Un dispositivo de arrastre para sintonía.
Tres metros de cable bifilar para el enchufe de toma de corriente.
Arandelas y zapatas para sujeción del tándem de sintonía.
Tornillos con tuercas, soldadura con alma de resina, hilo desnudo, aislado con plástico y apantallado para conexiones.
Una caja de madera o plástico. Puede llevar o no, dial de sintonía. En caso de no llevarlo, debe adquirirse como un elemento más.

El chasis

En relación con el chasis, basamento metálico sobre el que se fijan las diferentes partes del receptor, podemos adoptar dos soluciones: adquirir en el comercio el modelo que más se adapte al montaje del receptor que hayamos elegido, o construirlo por nosotros mismos.

La primera es evidentemente la más cómoda, pero no es la que más se ciñe a nuestras necesidades ni tampoco la más económica.

Si nos decidimos por ésta, no será necesario insistir sobre detalles de su construcción.

No obstante son muchos los aficionados que, encariñados con el trabajo de taller, desean construir el chasis necesario para el montaje del receptor, pues así como los verdaderos aficionados a la fotografía disfrutan con el revelado y obtención de copias de los clichés por ellos impresionados, también para ellos resulta atrayente el que su trabajo personal aparezca en todas las fases del montaje.

Vamos, pues, a dar unas cuantas normas que, aplicadas escrupulosamente en la construcción del chasis facilitarán nuestra labor, cuyo resultado será obtener un chasis adaptado más exactamente que los adquiridos en el comercio, a cada caso particular.

1.ª Etapa: DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS. — Los elementos que constituyen el circuito de un receptor deben formar dos grupos: en uno de ellos reuniremos los que han de montarse en la parte superior del chasis y en el otro los que montaremos en la parte interior del mismo.

En el primero figuran, entre otros menos destacados, el transformador de la unidad rectificadora, las lámparas con los soportes correspondientes, el transformador de salida (cuando no vaya asociado al altavoz), los condensadores del filtro, los transformadores de F.I., el tándem de sintonía y el juego de bobinas.

En el segundo se reúnen todos los restantes, es decir, resistencias, condensadores, potenciómetros, regletas de conexión, terminales y otros más que completan la relación anterior.

Es evidente que la clasificación de elementos en estos dos grupos no es una cosa rígida, sino que en cada caso debe ceñirse a las características del circuito y a la forma y dimensiones de los elementos. No obstante debemos tender a situar en la parte superior del chasis, aquellos que por calentarse más requieren una mayor facilidad de refrigeración, como son algunas resistencias recorridas por intensidades relativamente grandes.

Seguidamente estudiaremos la distribución más conveniente para los elementos que hayan de montarse en la parte superior del chasis, lo que nos permitirá fijar las dimensiones correspondientes a su longitud y anchura. La altura puede ser del orden de los 8 ó 10 cm.

Para construir el chasis, tomaremos una chapa de aluminio o hierro estañado que cortaremos con unas tijeras adecuadas o una sierra de metal. La fig. XI-2 (a) nos ayudará en la descripción de este trabajo.

Supongamos que las dimensiones del chasis deban ser: largo 30 cm.; ancho 20 cm. y alto 8 cm. La chapa necesaria será de $30 + 8 + 8 = 46$ cm. de largo y $20 + 8 + + 8 = 36$ cm. de ancho.

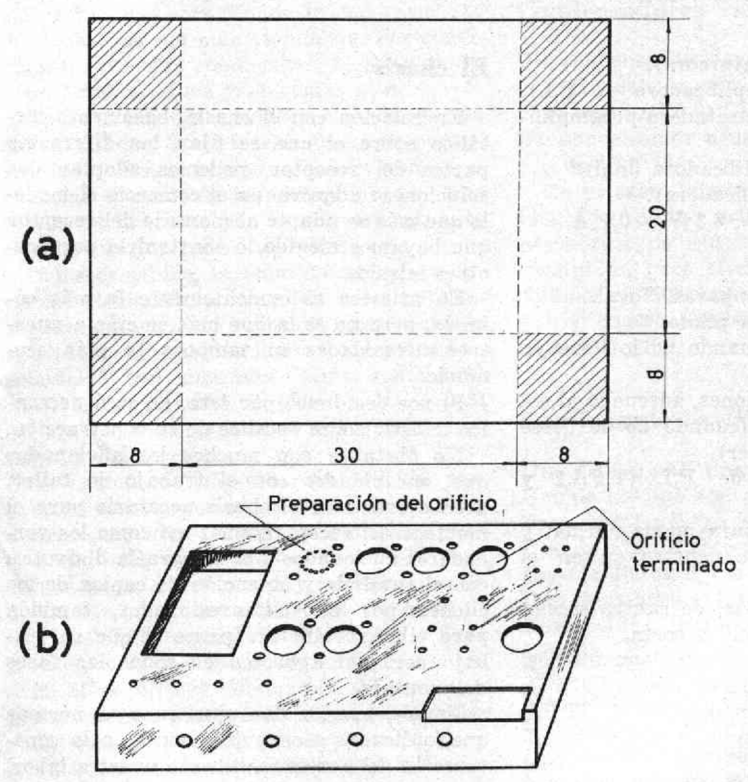


Fig. XI-2. — Construcción del chasis: *a*) Corte y marcado de la chapa metálica; *b*) Perforaciones del chasis para la fijación de las conexiones hacia la parte inferior.

Si la lámina metálica disponible es muy larga, puede facilitarse su corte con una sierra marcando las líneas de corte, lo más profundas posibles, por ambas caras, doblándola en uno y otro sentido, estando sujeta en el banco de trabajo, hasta que se produce el corte.

No deben hacerse los dobleces muy exagerados, antes de que se inicie el corte de la chapa, para evitar que queden doblados los bordes.

Para facilitar el trabajo se pueden utilizar dos trozos de hierro en ángulo, de lon-

gitud no inferior a la de la chapa a cortar, situándolos en forma que sus bordes, a un lado y a otro, coincidan con la línea de corte y sujetándolos con ésta por medio del tornillo del banco.

Después del corte, se pulirán los bordes con papel esméril o lima fina.

Una vez cortada la chapa se marcarán los dobleces de la misma de acuerdo con las dimensiones del chasis, habiendo cortado previamente las partes rayadas en la figura, que son las sobrantes en los ángulos.

Para doblar la chapa se seguirá un procedimiento igual al utilizado para el corte, pero las marcas, indicadas por líneas de puntos, serán menos profundas.

A continuación soldaremos los bordes de los ángulos, que habremos limpiado perfectamente con esmeril y pasta de soldar y después de calentados suficientemente por medio de un soldador de bastante masa, aplicaremos la soldadura que deberá correr a lo largo del borde.

Tomemos ahora una hoja de papel fuerte con la que cubriremos la parte superior del chasis, doblando los bordes sobre los costados del mismo y fijándolos con cinta adhesiva.

Sobre ella ensayaremos la posición de los elementos que han de fijarse en la parte superior del chasis hasta encontrar la más conveniente para que las conexiones resulten lo más cortas posibles, evitando que se superpongan sobre los que hayan de montarse en la parte inferior, dificultando su fijación.

En primer lugar, colocaremos el tándem de sintonía y otras partes provistas de ejes de mando procurando que sus extremos sobresalgan algo por la parte anterior y que su colocación siga el orden deseado. Los ejes deberán quedar en ángulo recto con el borde anterior del chasis.

A continuación se fijarán los soportes de las lámparas, con sus blindajes si los llevan, marcando exactamente sobre el papel las señales correspondientes a los orificios para el alojamiento de los mismos en el chasis.

Lo mismo se hará con los transformadores de F.I. marcando los puntos correspondientes a las fijaciones de los mismos y al paso de sus conexiones hacia la parte inferior del chasis.

Se continuará marcando los orificios para el paso hacia la parte inferior de todas las conexiones de los elementos montados en la parte superior del chasis y los vástagos roscados de fijación.

Terminados todos estos detalles se marcan los centros de los orificios en el chasis por medio de un punzón y después se levanta el papel para hacer los taladros y cortar los agujeros y huecos en el mismo.

Por un procedimiento análogo se marcarán en los laterales anterior y posterior del chasis los orificios necesarios.

Perforación y cortes en el chasis. — Cuando se utiliza el taladro de mano es muy importante localizar los centros, marcándolos con un "punto", que es una pequeña herramienta para marcar centros. Esta marca debe tener la suficiente profundidad para que no se deslice lateralmente la broca al comenzar la perforación.

No deberá hacerse mucha fuerza, para evitar la rotura de las brocas, sobre todo si son muy finas.

Cuando el taladro sea de un diámetro superior a 6 mm. se comenzará con una broca más fina, agrandándola con la adecuada en cada caso. También pueden agrandarse los taladros por medio de una lima redonda de las denominadas de "cola de ratón".

Cuando haya de hacerse un orificio de mayor diámetro, como los requeridos para la colocación de los soportes de las lámparas, se marcará la circunferencia correspondiente y se hará una serie de taladros con el taladro de mano, en forma que su parte exterior no sobrepase la marca del círculo final. Los taladros deberán hacerse lo más juntos posible.

Con un cortafrío podrá desprenderse la parte central, afinando los bordes con una lima fina.

Para hacer orificios para soportes de lámparas u otros cuyo diámetro no permita hacerlos directamente por medio de una broca, puede emplearse el taladro de carpintero al que se adapta una herramienta de diámetro ajustable denominada "broca de extensión".

Previamente se comprobará en una madera si el diámetro del taladro se ajusta perfectamente al necesario en el chasis.

Las perforaciones cuadradas y rectangulares pueden hacerse por medio de pequeños taladros, según se ha indicado anteriormente.

La fig. XI-2 (B) representa el chasis con los orificios y taladros necesarios; uno de los orificios se representa en su período de ejecución en la forma indicada anteriormente. A la izquierda aparece la perforación necesaria para el alojamiento del transformador de alimentación.

Distribución y fijación de los elementos sobre el chasis

Ya disponemos del chasis con todas las perforaciones y taladros necesarios para fijar cómoda y seguramente todos los elementos que hayan de montarse en la parte superior del mismo.

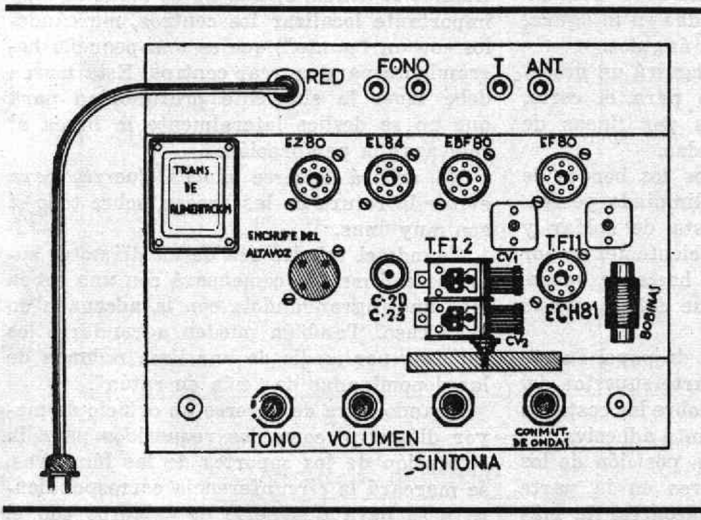


Fig. XI-3.—Distribución de los elementos del receptor sobre el chasis.

Como en el proceso de esta operación es necesario variar la posición del chasis con bastante frecuencia y mantenerlo sin que se apoye totalmente sobre el tablero del banco de trabajo para no dañar los elementos que vayamos colocando, se suele colocar sobre un caballete o portachasis, elemento auxiliar del que ya nos hemos ocupado al tratar de las herramientas del taller.

Una vez que hemos decidido la posición de los diferentes elementos, de la que nos da una idea exacta la fig. XI-3, vamos a dar detalles sobre la misma y sobre el procedimiento más adecuado para la fijación de las diferentes partes.

En la parte anterior del chasis y comenzando por la derecha, se ven el juego de bobinas de sintonía y oscilación para los dos márgenes de ondas, normal y corta, y el condensador variable de dos secciones CV_1 y CV_2 asociadas a los circuitos de sintonía y del oscilador local.

En la parte posterior y comenzando también por la derecha, montaremos las lámparas EF80 (amplificadora de F.I.), EBF80 (detectora-preamplificadora), EL84 (amplificadora final de B.F.) y EZ80 (rectificadora). A continuación y en el ángulo izquierdo encontraremos el transformador de alimentación.

En el frente anterior aparecen los ejes de mando de los potenciómetros de control de tono y de volumen, el de sintonía que relaciona y hace solidario el eje del tandem con el movimiento de la aguja indicadora sobre el dial de sintonía y el del conmutador de ondas.

Distribuidos en la parte central del chasis y siempre de derecha a izquierda se han situado los transformadores de F.I. (TFI.1) y (T.F.I.2) y entre ambos la lámpara conversora ECH81. Siguen más o menos en línea y hacia la izquierda la unidad formada por los dos condensadores C_{20} y C_{23} electrolíticos del filtro y el enchufe del altavoz.

Y para completar esta primera etapa de nuestro trabajo, vamos a dar algunos consejos útiles sobre la forma de fijación de estos elementos.

Condensador variable. — Para evitar que las vibraciones producidas por el altavoz o de otra clase puedan repercutir en el condensador variable, modificando su capacidad y por tanto la sintonía del receptor, se recurre al montaje del mismo sobre arandelas de goma, es decir, a un montaje elástico, o "flotante" suplementadas por arandelas metálicas para mayor rigidez del mismo, según se ilustra en la fig. XI-4.

Antes de fijar el condensador soldaremos los hilos de conexión, ya que los terminales

correspondientes quedarán muy próximos al chasis, dificultando la soldadura. Entre los hilos de conexión se incluye el de toma de masa del armazón. La conexión de masa se suelda a una pieza metálica elástica que hace contacto con el eje a presión.

La longitud de estas conexiones debe ser de unos 15 cm. Para la toma de masa se puede utilizar hilo desnudo o bien la malla de blindaje de los conductores apantallados, previamente aplastada. Este tipo de conexión resulta muy seguro y eficaz.

Bobinas. — El juego de bobinas, que comprende los devanados de sintonía y oscilador local para las ondas media y corta, puede adoptar diferentes tipos de montaje, aunque no existen grandes variaciones de unos a otros.

En todos los casos van provistas de varillas roscadas con tuerca que proporcionan una buena fijación sobre el chasis. Es muy frecuente que las bobinas del oscilador constituyan una unidad provista de blindaje, que se distingue fácilmente de los transformadores de F.I. porque los blindajes de estos últimos llevan en la parte superior dos orificios para el paso del atornillador en el ajuste de los "trimmers" que sintonizan los devanados primarios y secundarios de los mismos.

Las bobinas están provistas de terminales de conexión a los que se sueldan los hilos correspondientes, que pasan a la parte inferior del chasis para su unión a los terminales del conmutador de ondas. Conviene soldar los hilos a los terminales de las bobinas antes de fijar éstas definitivamente.

Creemos innecesario advertir que para facilitar la labor del conexionado y evitar posibles errores deben marcarse sobre el esquema del circuito en trazo grueso las conexiones que se vayan haciendo, así como los elementos cuya fijación hayamos terminado.

Transformadores de F.I. — Son dos, exactamente iguales, tanto en su diseño como en su aspecto exterior. Las conexiones son cuatro, dos del primario y dos del secundario y tienen diferentes colores, de acuerdo con un esquema que acompaña a las mismas, para facilitar su identificación, siendo amarillo y rojo las dos primeras y verde y negro las segundas.

Para la fijación de los transformadores de F.I., éstos van provistos de una varilla roscada con tuercas en la parte superior e inferior.

El paso de las conexiones a través del chasis se realiza como en los demás casos por orificios practicados en el chasis a este propósito.

Cuando la rejilla de la lámpara amplificadora de F.I. tiene su terminal de conexión

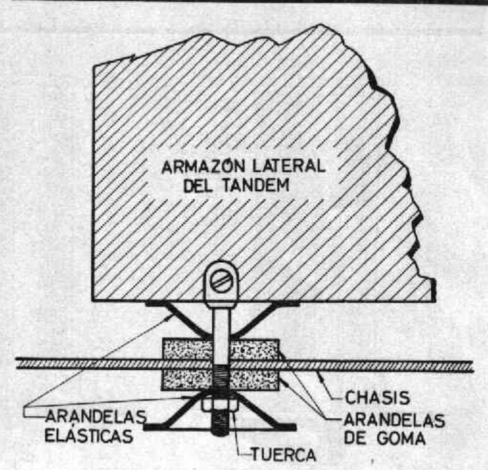


Fig. XI-4. — Fijación del condensador variable sobre al chasis.

en la parte superior de la misma, como ocurre en la 6K7, hay que sacar la conexión del transformador por arriba, en lugar de hacerlo por debajo; para ello hay que desmontar el blindaje y practicar un taladro en el mismo para salida del hilo de conexión; hecho esto se repondrá el blindaje desmontado.

2.ª Etapa: Soportes de lámparas. — Iniciamos esta segunda etapa con la fijación de los soportes de las lámparas que son cinco, cuatro para las del receptor, propiamente dicho y una para la rectificadora EZ80 correspondiente a la unidad de alimentación.

Estos soportes aparecen con los orificios de enchufe de las lámparas por la parte superior del chasis y los terminales de conexión por la inferior. Cada uno de estos soportes se fija por medio de dos tornillos con tuerca.

Como los soportes pueden fijarse en dos posiciones en relación con la posición de sus contactos, se procura generalmente que los de filamentos queden hacia el borde exterior del chasis, para facilitar la conexión de los de todas las lámparas a la línea de alimentación de los mismos.

Podremos reconocer cuáles son los terminales de filamento observando el índice indicador del orificio central del soporte. Mirado éste por la parte inferior, se empieza la numeración de los terminales de conexión a partir de la izquierda, contando en el sentido del movimiento de las agujas de un reloj, es decir, de izquierda a derecha. En la figura XI-1 aparecen las conexiones de los electrodos de las lámparas a las patillas de enchufe que corresponden con los orificios de los soportes y sus contactos, numerados de acuerdo con la indicación anterior.

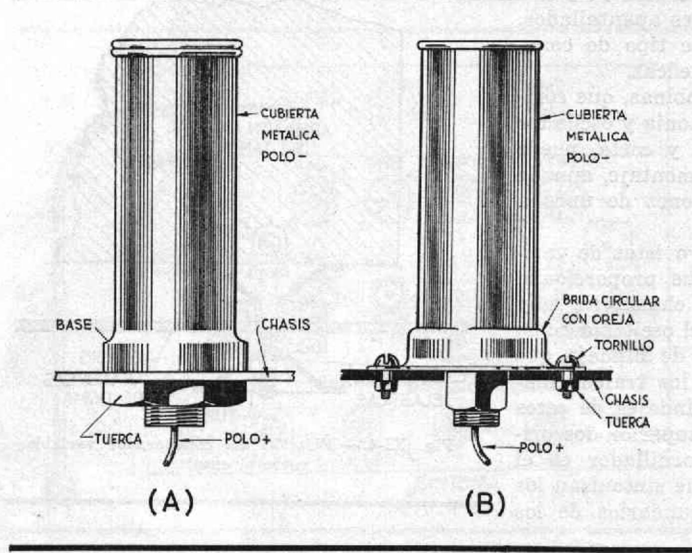


Fig. XI-5. — Fijación del condensador electrolítico: (A) Una tuerca que se rosca sobre un vástago aislante y oprime el condensador contra el chasis; (B) En otros casos se emplea una brida circular con orejas para fijar fuertemente el condensador contra el chasis.

Para enchufar el altavoz se ha dispuesto un soporte de cuatro contactos. Dos de los orificios son de mayor diámetro que los otros dos, lo que evita confusiones al enchufar la clavija del altavoz.

TRANSFORMADOR DE ALIMENTACIÓN. — Para la colocación del transformador de alimentación habremos hecho en el chasis un calado o hueco que permita el paso de la parte inferior del mismo en el que están dispuestos, convenientemente marcados, si se trata de terminales o por medio de colores si dispone de hilos de conexión, los que corresponden a los diversos arrollamientos.

En los cuatro ángulos del transformador encontraremos los vástagos roscados que han de atravesar otros cuatro orificios practicados en el chasis, al que se sujeta el transformador por medio de tuercas.

Al fijarlo al chasis debemos procurar que los terminales del secundario de A.T. queden próximos a la rectificadora y los del primario, que ha de conectarse a la red queden al lado del borde posterior del chasis. Debe tenerse la precaución de apretar fuertemente las tuercas de fijación para evitar la vibración de las chapas de hierro del núcleo, que tiende a producirse por la acción de la corriente alterna de la red; de producirse esta vibración se transmitiría al chasis y en consecuencia a los elementos montados sobre el mismo, con gran perjuicio para el funcionamiento del receptor.

CONDENSADOR ELECTROLÍTICO. — El procedimiento de fijación de este elemento depende de su tipo de construcción.

En unos casos la parte inferior de su cubierta metálica, que constituye el polo negativo del condensador y que se mantiene en perfecto contacto con el chasis, está roscada y atraviesa el chasis. Por la parte inferior se sujeta fuertemente al chasis por medio de una tuerca de mayor diámetro que el orificio del mismo. Por la parte superior del chasis se apoya por su base y entre ésta y la tuerca queda aprisionado el condensador, según puede apreciarse en la fig. XI-5 (A).

En otros casos el condensador se fija por medio de una brida circular que rodea la base del mismo y está provista de orejas con orificios por los que pasan tornillos roscados

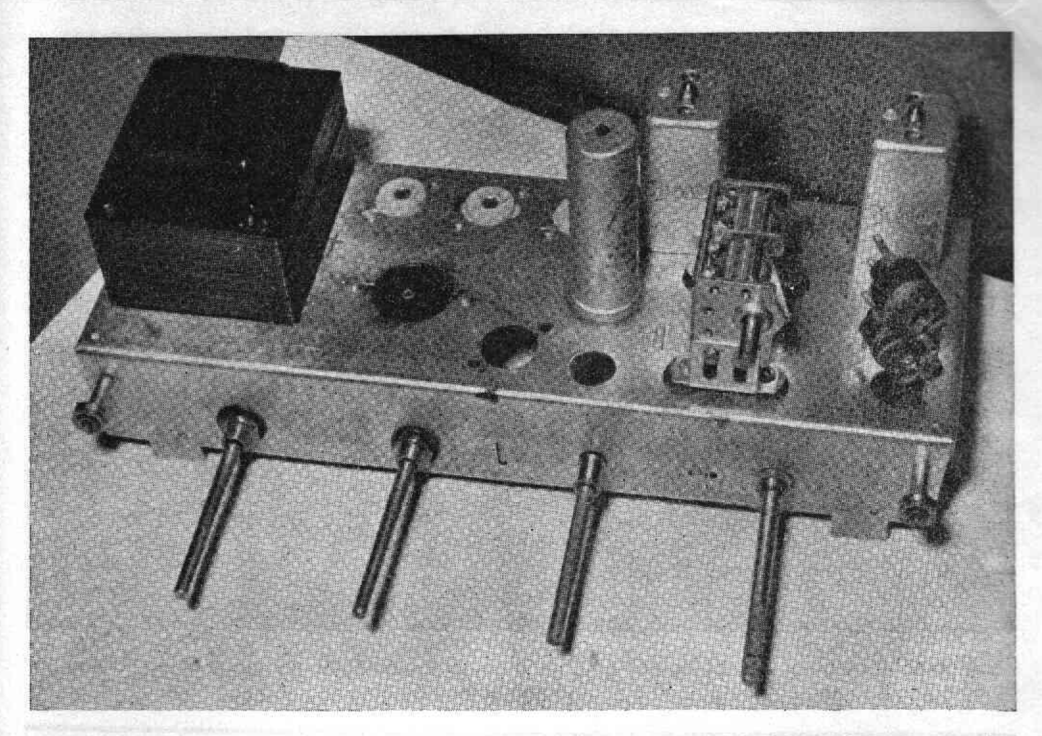


Fig. XI-6. — Distribución de los elementos fijados sobre la parte superior del chasis. Primera y segunda etapas del montaje.

con tuercas que atraviesan el chasis. Este procedimiento de fijación es el ilustrado en la fig. XI-5 (B).

El condensador utilizado en el montaje es doble y está formado por dos condensadores independientes bajo la misma cubierta, con dos terminales positivos independientes y un negativo común.

Algunas unidades de condensadores electrolíticos incluyen también el de cátodo de la amplificadora final y en este caso tienen tres terminales o conexiones positivas que se distinguen por sus colores.

CONMUTADOR DE ONDAS, MANDO DE SINTONÍA Y POTENCIÓMETROS DE VOLUMEN Y TONO. — Uniformemente repartidos sobre la parte frontal anterior al chasis se distribuirán los elementos mencionados, cuyos ejes de mando atraviesan la parte frontal del chasis, por orificios practicados previamente.

Debe tenerse la precaución de que el saliente de los cuatro ejes sea igual en la parte delantera del chasis.

La fijación de estos elementos se realiza por medio de tuercas que roscan sobre la parte que atraviesa el chasis. Estas tuercas deben ser apretadas fuertemente para evitar el movimiento lateral del eje de mando.

Con esto habremos terminado la fijación de los elementos que requieren un trabajo previo de preparación del chasis y unos detalles de fijación que no debemos descuidar si queremos que nuestro trabajo sea lo más perfecto posible.

Los terminales para las conexiones de "Antena", "Tierra" y los dos correspondientes al "pick-up", marcados "Fono" se disponen en el lateral posterior del chasis.

Sobre este mismo lateral va practicado el orificio que deja pasar el cordón bifilar de toma de corriente de la red, terminado en clavija de enchufe.

Para terminar con una ilustración interesante que nos ayudará a resolver posibles dudas, incluimos dos fotografías en las que aparecen con detalle el aspecto de la parte superior del chasis, en la fig. XI-6, y el de la parte inferior del mismo, fig. XI-7, una vez realizado el trabajo que constituye la primera y segunda fase del montaje del receptor.

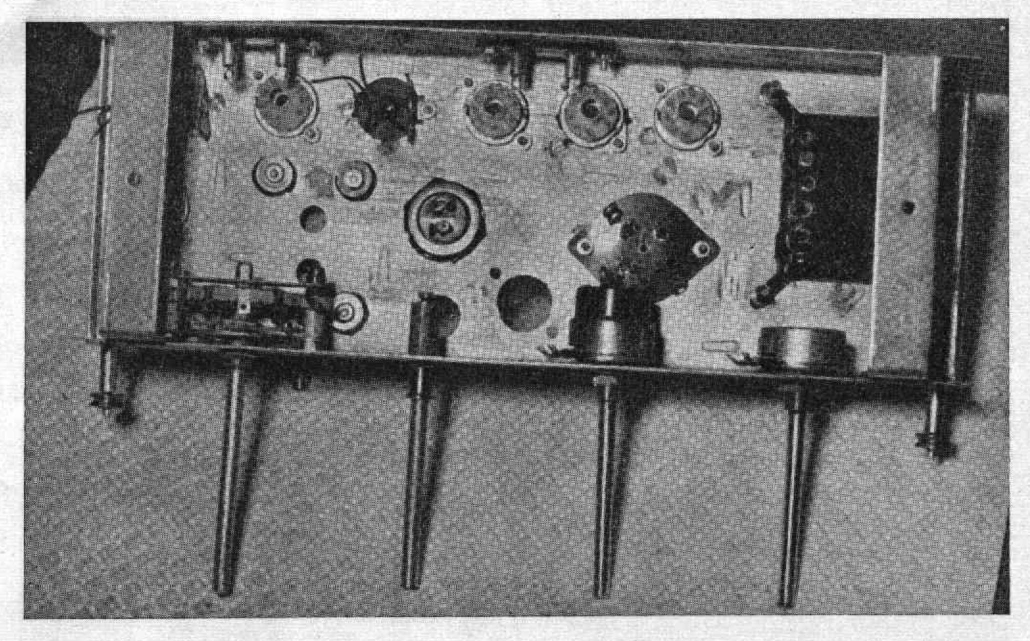


Fig. XI-7. — Distribución de los elementos fijados sobre la parte inferior del chasis en la primera y segunda etapas.

RESUMEN DE LA LECCIÓN XI

Hemos iniciado la lección enfrentándonos por primera vez con el banco de trabajo del taller, una vez seleccionado el circuito que más completamente ha satisfecho nuestros deseos desde los puntos de vista más interesantes, que son los siguientes:

a) Su realización no ha de ofrecer dificultades imposibles de vencer con nuestras posibilidades personales y los elementos de trabajo disponibles.

b) Su diseño y características de funcionamiento han de satisfacer nuestras aspiraciones en cuanto se refiere a sensibilidad, selectividad y volumen de audición, dentro, naturalmente, de una calidad aceptable.

c) Su precio de coste no excederá de nuestras posibilidades económicas.

Hemos supuesto que todas estas consideraciones las cumplía el superheterodino clásico formado por un paso de conversión de frecuencia, otro de amplificación en F.I., un tercero detector y preamplificador de B.F. y un paso final de amplificación en B.F., para recepción de ondas normal y corta.

Como elemento indispensable, ya que se trata de un receptor para corriente alterna, se incluye la unidad de alimentación formada por un transformador para el suministro de los voltajes de A.T. y de calefacción de los filamentos, una lámpara rectificadora de onda completa y un filtro para el aplanamiento de la corriente de A.T. a la salida del rectificador.

El examen del esquema que ha de guiar nuestro trabajo y que hemos de interpretar fielmente, nos ha permitido confeccionar una lista de todos los elementos necesarios para el montaje.

Con esta lista llegamos al comercio donde hemos de adquirirlos, procurando sean de la mejor calidad, ya que una economía mal entendida puede proporcionarnos bastantes quebraderos de cabeza.

Con todos ellos y con la ilusión de iniciar los trabajos prácticos, regresamos al taller empezando por estudiar la distribución de los elementos adquiridos, formando con ellos dos grupos, incluyendo en uno de ellos los que han de montarse en la parte superior del chasis y en el otro los que han de fijarse en la parte inferior del mismo.

Viene luego la construcción y perforación del chasis con la ayuda de una plantilla de

papel, en la que habremos dibujado todos los orificios y taladros necesarios para la colocación y fijación de los principales elementos y para que las conexiones de los mismos puedan pasar de una a otra parte del chasis. Esta plantilla se fijará sobre la parte superior del chasis por medio de papel adhesivo para evitar su movimiento durante el "marcado" del chasis. Con esta guía se marcarán los centros de los taladros y tanto éstos como los orificios de mayor diámetro y las perforaciones de distinta forma, se practicarán de acuerdo con las normas indicadas.

Una vez terminada la preparación del chasis estaremos en condiciones de situar y fijar los elementos cuya posición está ya perfectamente definida.

En esta última operación seguiremos las normas detalladas en la última parte de esta lección, que nos facilitará la fijación perfecta de cada uno de los componentes del receptor.

Y ahora sólo nos queda completar el montaje de los que aún esperan su turno, así como la conexión de todos ellos, pero esto será el tema de la lección siguiente.

LECCIÓN XII

CONTINUACIÓN DEL MONTAJE DEL RECEPTOR

3.ª Etapa: CONEXIONES. — La tercera etapa del montaje comprende la instalación de todas las conexiones del receptor, operación que consiste en completar los distintos circuitos del mismo mediante la adición de las resistencias y condensadores así como los conductores que unen eléctricamente los diferentes elementos del montaje.

Creemos inútil encarecer la importancia de esta operación ya que es suficiente un sólo error para que el receptor funcione mal o no funcione en absoluto.

Al llegar a esta fase del montaje, no nos parece excesivo volver a recomendar la mayor perfección en la soldadura de los hilos de conexión pues muchos defectos que se atribuyen a esquemas equivocados o a materiales de mala calidad o averiados, son debidos exclusivamente a malas soldaduras que impiden el perfecto contacto imprescindible entre las partes que han de soldarse.

Para efectuar un buen trabajo es preciso seguir un orden natural y no hacerlo con prisas.

No se trata de acometer inconscientemente la labor del conexionado y darnos finalmente cuenta, al cabo de investigaciones laboriosas, de que hemos cometido errores importantes que pueden no solamente costar caros, sino desilusionar, por añadidura, al principiante.

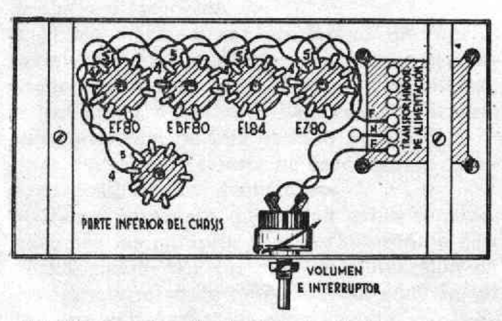


Fig. XII-1. — Circuito de alimentación de los filamentos de las lámparas.

Este trabajo requiere comodidad que podemos proporcionarnos colocando el chasis invertido sobre el caballete portachasis.

Los soportes de las lámparas utilizadas en este montaje tienen nueve contactos y es muy difícil que el principiante pueda identificar a simple vista, de memoria, cada uno de ellos, por lo que será necesario consultar la fig. XI-1, en donde se han detallado los elementos correspondientes a cada terminal en el orden que aparecen vistos desde la parte interior del chasis.

Las lámparas Noval correspondientes a nuestro esquema, tienen nueve contactos distribuidos uniformemente. Como excepción, entre dos de estos terminales hay una separación doble que la que existe entre los restantes y esta circunstancia nos sirve de referencia para la localización de todos ellos. La numeración de los mismos comienza por el de la derecha, que es el 1, y termina en el de la izquierda, que es el 9.

Para conocer estos detalles es necesario, en cada caso, consultar los Manuales de lámparas.

CIRCUITO DE FILAMENTO. — El transformador de alimentación (T.A.) tiene un devanado secundario provisto de toma central que se conecta a masa, que suministra el voltaje de 6,3 V necesario para calefacción de los filamentos de las lámparas del receptor y la lamparita piloto. En la fig. XII-1 estos terminales están marcados F-M y F.

La corriente que circula por el circuito de alimentación de los filamentos es alterna por lo que puede inducir corrientes perturbadoras en los conductores próximos. Estas corrientes, serán amplificadas por las lámparas del receptor y como su frecuencia es de 50 períodos, es decir, la de la red, se percibirá en el altavoz una vibración denominada "zumbido de la red" sumamente molesta.

Para evitarla deben trenzarse los dos cables que partiendo de los terminales del transformador de alimentación van conectándose, en derivación a los terminales de filamento de las lámparas a los que corresponden los números 4 y 5, según muestra la figura XII-1.

A partir del transformador de alimentación una de las dos conexiones del secundario de filamentos se hace pasar por el interruptor que forma cuerpo con el potenciómetro de control de volumen y a la salida del interruptor se va trenzando con la otra conexión corriendo ambas a lo largo del chasis para irse conectando en derivación a los terminales 4 y 5 de los soportes de las lámparas.

En los transformadores de alimentación en que el secundario de filamentos no tiene toma central, que es el caso del que figura en nuestro esquema, uno de los terminales del mismo se conecta a masa y el otro a uno de los terminales de filamento de todos los soportes de las lámparas, el 4 por ejemplo. El terminal 5 de estos soportes se conecta a masa.

CONEXIONES A MASA. — Si nos fijamos en el esquema del receptor observamos que son abundantes las conexiones a masa. Para facilitar su realización debemos evitar en cuanto sea posible, hacer soldaduras directas al chasis por ofrecer mayor dificultad que cuando se sueldan conexiones entre hilos.

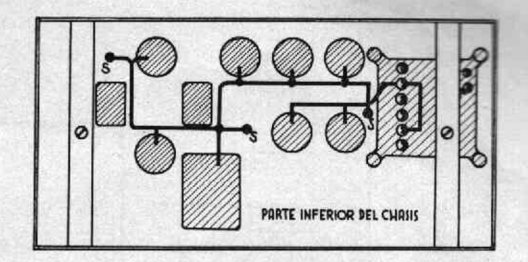


Fig. XII-2. — Instalación de la conexión general para toma de masa. Las soldaduras al chasis se han señalado con una S.

En la práctica se monta una conexión constituida por un conductor de cobre estañado grueso, cuyo trazado se estudia previamente para que resulte lo más próximo posible al mayor número de conexiones a masa a realizar.

Este conductor común, denominado también barra "ómnibus" se suelda sólidamente al chasis en dos o tres puntos y los terminales de los diferentes elementos que hayan de conectarse a masa, se unen al mismo mediante hilos de conexión cortos.

TABLA DE CONEXIONES DEL + DE A.T.

Del		Al	
Terminal	Elemento	Terminal	Elemento
3	Soporte de la EZ80	+	C23
		Entrada	R12
		Salida	Primario de T.S.
Salida	Primario de T. S.	7	Soporte de la EL84
Salida	R12	+	C20
		9	Soporte de la EL84
		Entrada	R9
Salida	R9	9	Soporte de la EBF80
		6	Soporte de la EBF80
Entrada	R9	Entrada	R5
		Salida	Primario T.F.I. 2 (hilo rojo)
		Salida	Primario T.F.I. 1 (hilo rojo)
		Entrada	R4
Salida	R5	8	Soporte de la EF80
		1	Soporte de la ECH81
Entrada	Primario T.F.I.2 (hilo amarillo) . .	7	Soporte de la EF80
Entrada	Primario T.F.I.1 (hilo amarillo) . .	6	Soporte de la ECH81
Salida	R4	8	Soporte de la ECH81

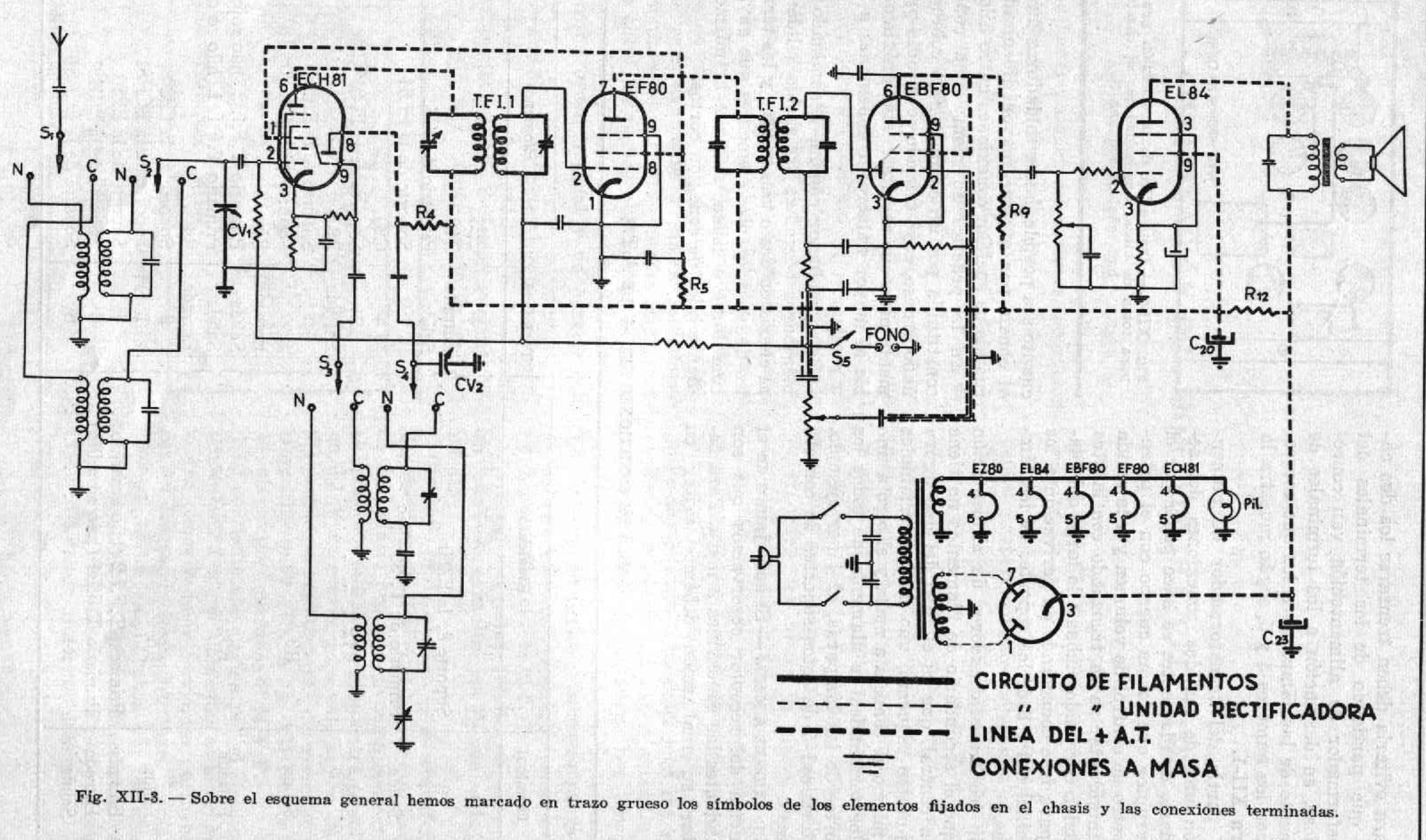


Fig. XII-3. — Sobre el esquema general hemos marcado en trazo grueso los símbolos de los elementos fijados en el chasis y las conexiones terminadas.

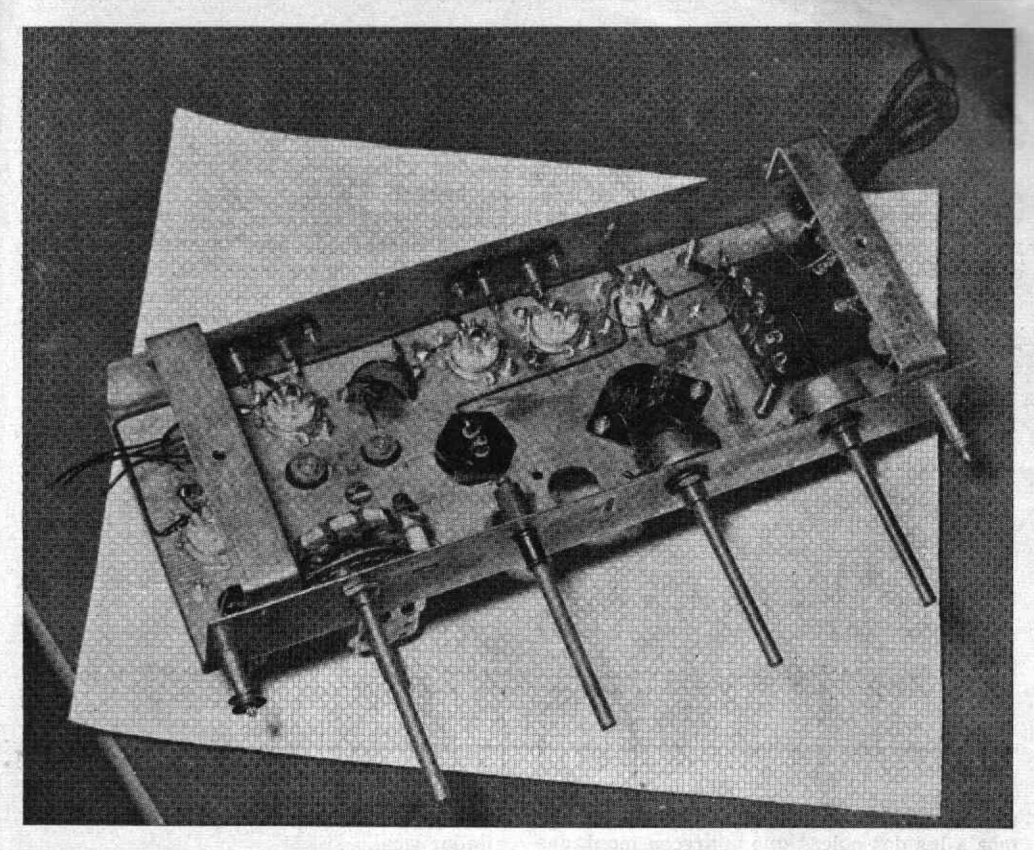


Fig. XII-4. — Éste es el aspecto que ofrece el chasis visto por la parte inferior al terminar la tercera etapa del montaje del receptor.

La fig. XII-2 nos ofrece un ejemplo de esta clase de conexiones.

CONEXIONES DE LA UNIDAD RECTIFICADORA. Una vez terminadas las conexiones del circuito de filamentos y de toma de masa, solamente nos quedan libres en el transformador de alimentación, dos terminales que corresponden a las dos secciones del secundario de A.T.

Estas dos conexiones, convenientemente trenzadas, como las de los filamentos, se unirán y soldarán a los terminales 1 y 7 (placas) del soporte de la rectificadora EZ80.

LÍNEA DEL + DE A.T. — Para facilitar el trabajo de conexión del suministro del + de A.T. incluímos en la página 143 una tabla en la que se detallan los terminales a que deben soldarse los extremos de cada conexión.

Como se verá en algunos casos es necesario soldar al mismo punto más de una conexión. Para ello se aprovecharán los terminales que estén en una posición fija.

Cuando se trate de conexiones "al aire" deberán utilizarse regletas aislantes fijas al chasis, como uno o más terminales de conexión.

Y con esto quedan terminadas las conexiones del + de A.T.

Este tipo de tablas de alambrado resultan sumamente útiles, pues además de facilitar grandemente el trabajo evitan errores y omisiones ya que a medida que se vayan haciendo las diferentes conexiones se irán tachando. Es evidente que con un poco de cuidado para evitar errores habremos terminado la labor cuando no quede ninguna indicación de conexión por tachar.

Llegado este momento habremos marcado sobre el esquema general por medio de distintos trazos y gruesos, las conexiones ya realizadas, según se muestra en la fig. XII-3

en la que se incluyen las de filamentos, tomas de masa, unidad rectificadora y + de A.T. Los números que figuran en los símbolos de las lámparas indican los terminales de los soportes de las mismas.

La fig. XII-4 nos permite apreciar, con detalle, el estado de nuestro trabajo en una vista del aspecto que ofrece la parte inferior del chasis al terminar la tercera etapa del montaje.

Hemos de citar un detalle que no ha sido mencionado hasta este momento. Nos referimos a las dos poleas que aparecen montadas sobre sendos ejes situados en los extremos del costado frontal del chasis. Estas poleas corresponden al mecanismo de arrastre del indicador de sintonía.

4.ª Etapa: CONEXIÓN DE LAS BOBINAS Y CONMUTACIÓN DE ONDAS. — El juego de bobinas está formado por las de antena y oscilación L_1 - L_2 - L_3 - L_4 y L_5 - L_6 - L_7 - L_8 para las bandas de O.M. y O.C. al que está asociado el conmutador de ondas.

En la fig. XII-5 (A) se ofrece el esquema del conmutador de ondas correspondiente a nuestro esquema y en la XII-5 (B) la realización práctica del mismo.

Sobre una placa de material aislante están distribuidas cuatro series de contactos, formado cada uno por tres contactos, uno central y dos laterales. El primero está marcado por una letra y los dos restantes por números que para facilitar el montaje hemos señalado con los números correspondientes a los terminales de las bobinas de antena y osciladora representados en las figs. XII-5 (C) y XII-5 (D), respectivamente.

Refiriéndonos al esquema general del circuito del receptor (Lección XI, fig. 1), los contactos centrales A, B, C y D corresponden a los brazos de contacto S_1, S_2, S_3 y S_4 respectivamente, y los laterales a los contactos asociados marcados C y N, por corresponder a las posiciones para recepción de las bandas de O.C. y O.M.

Para facilitar nuestra labor y evitar errores, es conveniente marcar estos números y letras al lado de los contactos, sobre el chasis. Las Secciones A y B se destinan a las bobinas de antena y las C y D a las del oscilador local.

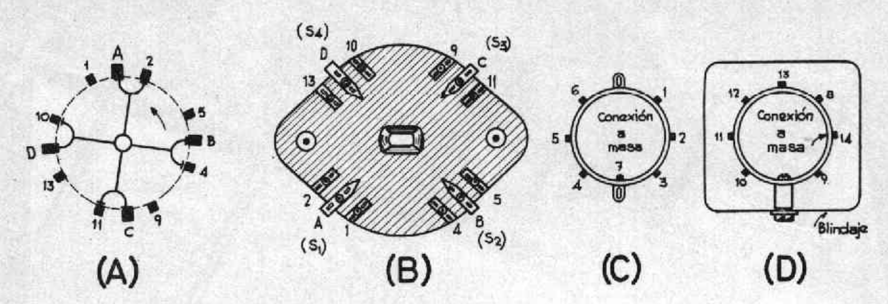


Fig. XII-5. — Esquema (A) y realización (B) del conmutador de ondas para las bandas de O.M. y O.C. (C) Conexiones de la bobina de antena. (D) Conexiones de la bobina osciladora.

Es evidente que todas las conexiones de las bobinas O.M. deben corresponder a los contactos incluidos en circuito en una de las dos posiciones del conmutador y las de las bobinas de O.C. a los de la otra posición.

Como puede verse en el esquema de la figura XII-5 (A), el eje de mando cambia la posición de los puentes de contacto que pueden establecer la conexión del contacto central, bien con el terminal de su derecha o con el de su izquierda.

Supongamos que a los terminales de la izquierda que son los números 1, 5, 9 y 13 corresponde el circuito para O.M. y a los 2, 4, 5 y 10 el de recepción de O.C.

Para las conexiones del conmutador de ondas y bobinas emplearemos hilo desnudo estañado, rígido, para conseguir un montaje estable sin desplazamientos fortuitos de las conexiones que afectarían al ajuste del receptor.

Existen otros modelos de conmutador de ondas, no giratorios, sino accionados por un teclado.

A continuación incluimos la

TABLA DE CONEXIÓN DEL CONMUTADOR DE ONDAS Y BOBINAS

Del		Al	
Terminal	Elemento	Terminal	Elemento
«A»	Conmutador de ondas.	Entrada	C_2
Salida	C_2	«Antena»	
1 (entrada)	Bobina L_1	1	Conmutador de ondas
2 (entrada)	Bobina L_3	2	Conmutador de ondas
7 (salida)	Bobinas L_1 y L_2	«Masa»	
«B»	Conmutador de ondas.	Placas fijas	Condensador variable CV1
		Entrada	C_3
5 (entrada)	Bobina L_2	5	Conmutador de ondas
4 (entrada)	Bobina L_4	4	Conmutador de ondas
7 (salida)	Bobinas L_2 y L_4	«Masa»	
Entrada	«TRIM» (O.M.) (sintonía)	5	Conmutador de ondas
Salida	«TRIM» (O.M.) (sintonía)	«Masa»	
Entrada	«TRIM» (O.C.) (sintonía)	4	Conmutador de ondas
Salida	«TRIM» (O.C.) (sintonía)	«Masa»	
Entrada	C_8 (padder)	12	Bobina L_8
		Salida	«TRIM» (O.M.) (oscilador)
Salida	C_8	«Masa»	
9	Entrada bobina L_7	9	Conmutador de ondas
11	Entrada bobina L_5	11	Conmutador de ondas
13	Entrada bobina L_8	13	Conmutador de ondas
		Entrada	«TRIM» (O.M.) (oscilador)
10	Entrada bobina L_6	10	Conmutador de ondas
		Entrada	«TRIM» (O.C.) (oscilador)
Entrada	C_7	8	Salida bobina L_6
		Entrada	«TRIM» (O.C.) (oscilador)
«C»	Conmutador de ondas.	Entrada	C_5
Salida	C_5	9	Soporte de lámpara ECH81
9	Soporte de lámpara ECH81	Entrada	R_3
Salida	R_3	3	Soporte de lámpara ECH81
«D»	Conmutador de ondas.	Placas fijas	CV_2
		Entrada	C_6
Salida	C_6	7	Soporte de lámpara ECH81
		Entrada	R_4
2	Soporte de lámpara ECH81	Salida	C_3
		Entrada	R_1
3	Soporte de lámpara ECH81	Entrada	R_2
		Entrada	C_4
«Masa»	. . . .	Salida	R_2
		Salida	C_4

NOTAS ACLARATORIAS. — En un "trimmer" debemos distinguir la patilla que debe conectarse a masa, que es la que corresponde a la bobina móvil y toca con el tornillo de ajuste. Los "trimmers" correspondientes a las bobinas L_2 y L_4 vienen montados sobre una misma base de porcelana y los dos terminales de masa se unirán por medio de un hilo rígido de conexión soldado a los mismos y a masa.

A las otras dos patillas soldaremos un trocito de hilo rígido de longitud conveniente para el mejor emplazamiento de los trimmers que deben ser fácilmente accesibles, siendo sus conexiones lo más cortas posible.

Como las conexiones han sido realizadas

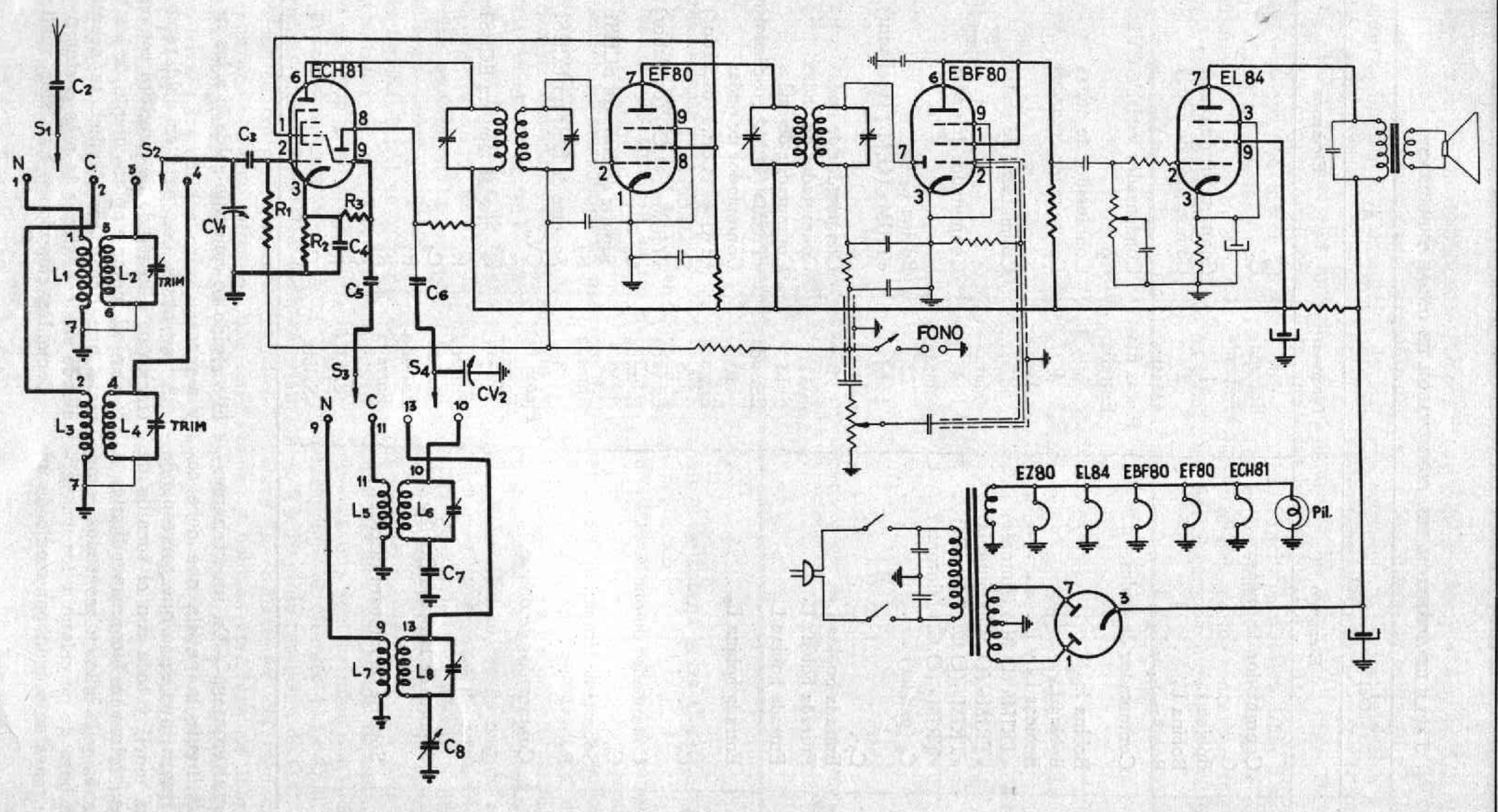


Fig. XII-6. — Sobre el esquema general del receptor hemos marcado en trazo grueso los elementos y conexiones montados en la cuarta etapa del montaje. En trazo fino se representan los elementos y conexiones montados en etapas anteriores.

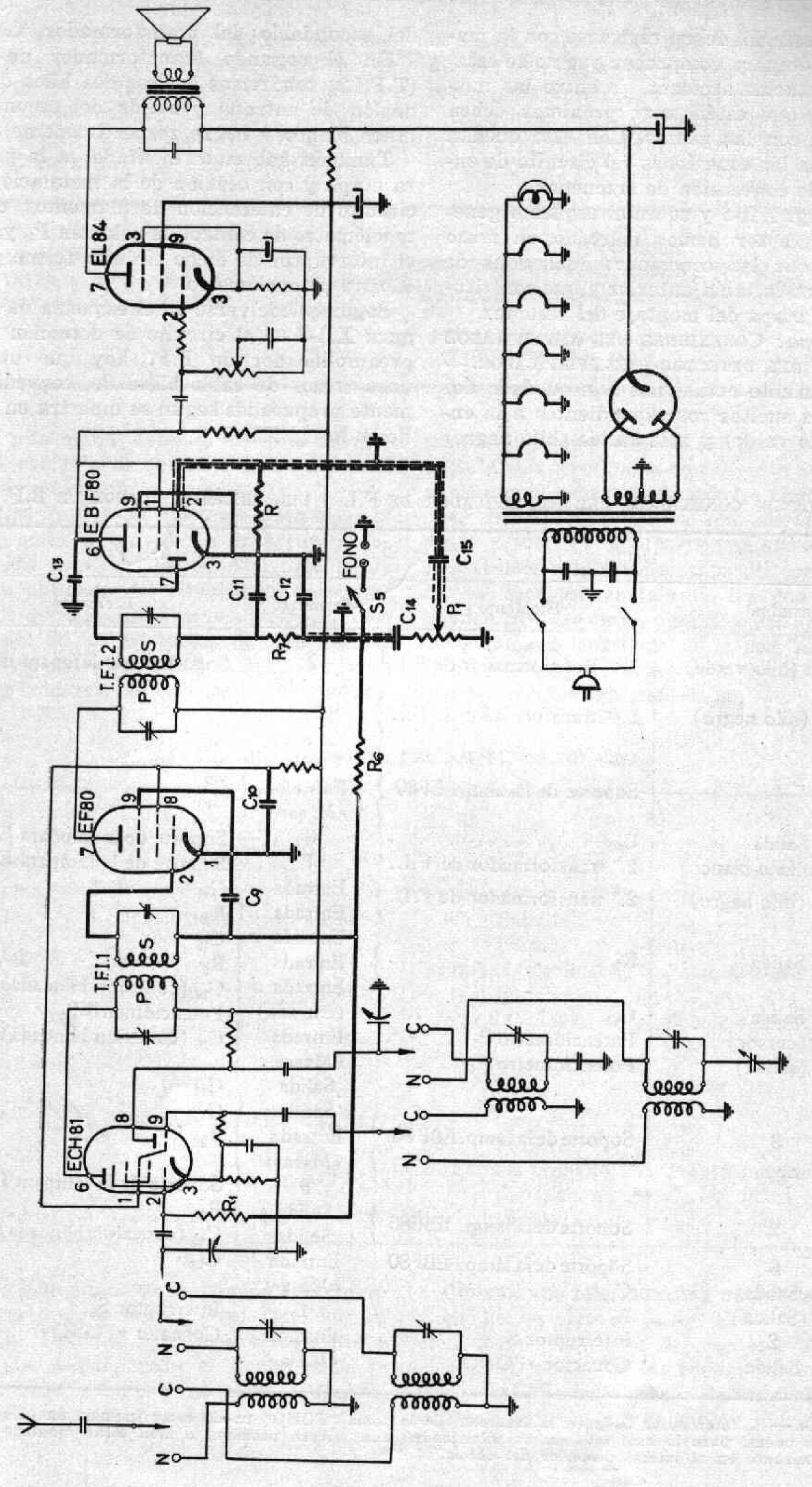


Fig. XII-7. — En la quinta etapa de nuestro trabajo hemos instalado las conexiones que faltaban para completar los pasos amplificadores de F.I. y detector-preamplificador, que hemos marcado en trazo grueso.

con hilo desnudo, deben revisarse con la mayor atención para comprobar que no se establecen contactos accidentales entre las mismas. Las que estén muy próximas deben separarse con las pinzas. Con esto quedan terminadas las conexiones del circuito de entrada, y de conversión de frecuencia.

En la fig. XII-6 y sobre el esquema general del receptor hemos marcado en trazo grueso todas las conexiones realizadas de acuerdo con la tabla anterior y que constituyen la 4.ª etapa del montaje del receptor.

5.ª Etapa: CONEXIONES DEL AMPLIFICADOR DE F.I. Y DEL DETECTOR-PREAMPLIFICADOR. — En el momento actual nos han quedado dos conexiones sueltas correspondientes a la entrada (hilo verde) y a la salida (hilo negro) del secundario del transformador T.F.I.1.

En el segundo transformador de F.I. (T.F.I.2) tendremos sueltos dos hilos de conexión de entrada y salida del secundario (hilos blanco y negro respectivamente).

También habremos montado en la primera etapa y con ocasión de la instalación del circuito de calefacción de filamentos, el potenciómetro de control de volumen P_1, ya que el interruptor de dicho circuito forma parte de este potenciómetro.

Según puede verse en el esquema de la figura XII-7 en el circuito de detección y del preamplificador de B.F. hay que utilizar unos trozos de cable blindado, convenientemente preparados según se muestra en detalle en la fig. XII-8.

TABLA DE CONEXIONES DEL AMPLIFICADOR DE F.I. Y DEL PREAMPLIFICADOR DE B.F.

Del		Al	
Terminal	Elemento	Terminal	Elemento
Entrada (hilo verde)	1.er transformador de F.I.	2	Soporte de la lámpara EF80
		Entrada	C_9
Salida (hilo negro)	1.er transformador de F.I.	Salida	R_6
		Salida	R_1
		Salida	C_9
1	Soporte de la lámp. EF80	Entrada	C_{10}
		«Masa»	
Salida	C_{10}	8	Soporte de la lámpara EF80
Entrada (hilo blanco)	2.° transformador de F.I..	7	Soporte de la lámpara EBF80
Salida (hilo negro)	2.° transformador de F.I..	Entrada	C_{11}
		Entrada	R_7
		Entrada	C_{12}
Salida	R_7	Entrada	R_6
		Entrada	C_{14} (conexión blindada)
Salida	C_{14}	1 (entrada)	Potenciómetro P_1
2 (cursor)	Potenciómetro P_1 . . .	Entrada	C_{15} (conexión blindada)
3 (salida)	Potenciómetro P_1 . . .	«Masa»	
		Salida	C_{11}
		Salida	C_{12}
3	Soporte de la lámp. EBF 80	Entrada	R_8
		«Masa»	
		9	Soporte de la lámpara EBF80
2	Soporte de la lámp. EBF80	Salida	R_8
		Salida	C_{15} (conexión blindada)
6	Soporte de la lámp. EBF80	Entrada	C_{13}
Salida	C_{13}	«Masa»	
Salida	R_7	1	Interruptor S_5
2	Interruptor S_5	Entrada	Conector «FONO»
Salida	Conector «FONO» . . .	«Masa»	

Nota. — El interruptor S_5 para la inserción de la toma "FONO" puede estar incluido en el conmutador de ondas, para lo cual este conmutador tendrá una tercera posición, o bien estar montado independientemente en el lateral posterior del chasis.

Para ello cortaremos, por ambos extremos del hilo de conexión, la malla metálica que constituye el blindaje procurando que no quede ninguna brizna más larga y se sujetará al aislante del conductor por medio de una atadura hecha con hilo metálico que se



Fig. XII-8. — Preparación de las conexiones de hilo blindado.

soldará a la malla, dejando un trozo sobrante para soldarlo al chasis o a un terminal próximo de conexión a masa.

Igualmente haremos la toma para el pick-up, que pasa a través del interruptor S_5. Como esta conexión ha de derivarse de la conexión blindada del circuito de detección, habrá de dividirse ésta en dos trozos, unidos por medio de los contactos de una regleta aislante de conexión, sobre la que habrán de fijarse y soldarse las conexiones que corresponden a este punto de derivación con objeto de que el control de volumen funcione en forma que aumente éste progresivamente a medida que se hace girar el mando hacia la derecha, es decir, en el sentido del movimiento de las agujas de un reloj.

En la página 146 incluimos la tabla para la instalación de las conexiones correspondientes a los pasos amplificador de F.I. y detector-preamplificador de B.F.

Insistimos en la conveniencia de verificar las soldaduras de conexiones múltiples en un terminal fijo, bien corresponda a un elemento sólidamente unido al chasis o en una regleta con terminales de conexión con objeto de que el conexionado resulte rígido.

6.ª Etapa: CONEXIONES DEL AMPLIFICADOR FINAL Y TOMA DE CORRIENTE DEL RECEPTOR. — Llegaremos a la última etapa del conexionado del receptor, instalando las que corresponden al paso final, amplificador de potencia y toma de corriente de la red, representadas esquemáticamente en la fig. XII-9, que son las que se resumen en la

TABLA DE CONEXIONES DEL AMPLIFICADOR FINAL

Del		Al	
Terminal	Elemento	Terminal	Elemento
1	Soporte de la lámpara EBF80 .	Entrada	C_{16}
Salida	C_{16}	Entrada	R_{10}
		Entrada (terminal 1)	Potenciómetro P_2
2	Potenciómetro P_2 (cursor) . .	Entrada	C_{17}
		3 (salida)	Potenciómetro P_2
	Masa	Salida	C_{17}
		Salida	R_{11}
		Negativo	C_{12}
3	Soporte de la lámpara EL84. .	Entrada	R_{11}
		Positivo	C_{12}
7	Soporte de la lámpara EL84. .	Entrada primario	Transformador T.S.
		Entrada	C_{19}
Salida primario	Transformador T.S.	Salida	C_{19}

CONEXIONES DEL ENCHUFE DEL ALTAVOZ. — Como hemos visto en la fig. XII-3 "Distribución de los elementos del receptor sobre el chasis" (Lección XI) las conexiones del altavoz se establecen a través de un enchufe de cuatro contactos, dos de mayor diámetro que los otros dos.

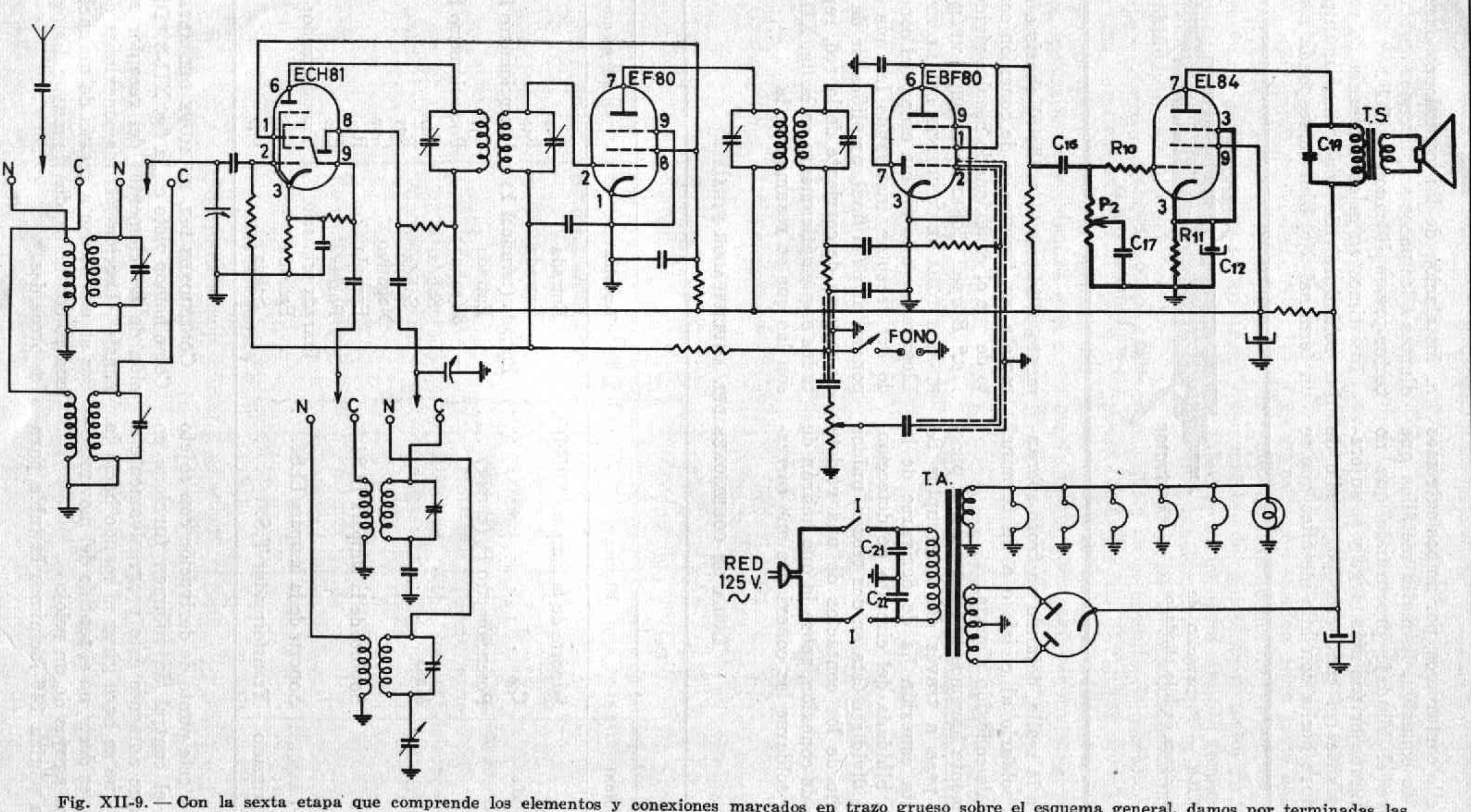


Fig. XII-9. — Con la sexta etapa que comprende los elementos y conexiones marcados en trazo grueso sobre el esquema general, damos por terminadas las conexiones del receptor.

Este sistema de conexión resulta necesario cuando el altavoz va fijado a la caja de ebanistería que encierra el chasis. Por el hecho de desenchufar el macho del enchufe quedan rotas las conexiones entre éste y el altavoz y por consiguiente puede sacarse el chasis de la caja para su inspección, ajustes o reparación de averías.

Se pueden presentar dos casos distintos en estas conexiones ya que en ciertos tipos de altavoz, el transformador de salida forma con aquél una sola unidad y en otros, el transformador de salida es totalmente independiente. Por consiguiente tenemos que considerar por separado estos dos casos.

CONEXIONES DEL ALTAVOZ, CUANDO FORMA UNA UNIDAD CON EL TRANSFORMADOR T.S. — Las conexiones correspondientes a este caso están representadas en la fig. XII-10 (A).

El macho del enchufe tiene sus terminales 1 y 2 (patillas finas) conectados a los del primario del transformador T.S. El secundario está rígidamente conectado a la bobina móvil del altavoz.

Los terminales 3 y 4 (patillas gruesas) se conectan a la entrada y salida de la bobina de excitación del electroimán del altavoz.

Las conexiones de la hembra del enchufe son las siguientes: El terminal 1 se conecta al 3 por medio de un trocito de hilo desnudo. El terminal 2 se unirá al terminal 7 del soporte de la lámpara EL84 y el terminal 4 se conectará al terminal 3 (cátodo) del soporte de la lámpara EZ80.

CONEXIONES DEL ALTAVOZ CUANDO ES INDEPENDIENTE EL TRANSFORMADOR T.S. — Son las que se muestran en la fig. XII-10 (B) y que se detallan a continuación:

Los terminales 1 y 2 del macho del enchufe se conectan a los de entrada y salida de la bobina móvil y los 3 y 4 a los de la bobina de excitación del altavoz.

La hembra del enchufe se conectará así: Terminales 1 y 2 a los de entrada y salida del secundario del transformador T.S. El terminal 3 se conecta al terminal de entrada del primario, cuyo terminal de salida se unirá al terminal 7 del soporte de la lámpara EL84, y el terminal 4 se conectará al terminal 3 del soporte de la lámpara EZ80 (cátodo).

DETALLES SOBRE LA CONEXIÓN DEL ALTAVOZ. Refiriéndonos al primario de los dos casos ya que el segundo resulta más fácil, del altavoz salen cuatro hilos de conexión, dos de la bobina de excitación y dos del primario del transformador de salida T.S.

Para que estas conexiones tengan la longitud necesaria, es preciso prolongarlas mediante un cable de cuatro conductores, o cuatro conductores sueltos, que se soldarán a los cuatro hilos del altavoz, aislando las soldaduras por medio de trocitos de tubo macarrón del diámetro necesario para que las cubra a presión y no se deslicen fácilmente.

Las soldaduras de las conexiones a las cuatro patas del macho del enchufe del altavoz se realizarán sujetando éste con el tornillo del banco de taller. Se descubrirán los extremos de dichas conexiones, limpiándolos y estañándolos.

Después se calientan las patillas del enchufe introduciendo en su interior la punta del hilo de soldadura con alma de resina, que al fundirse llenará la parte interior de la patilla, en la que se introducirá el extremo estañado del hilo de conexión. Caliéntese aún más la patilla por medio del soldador y empújese el extremo de la conexión hacia el interior hasta que aparezca por el extremo exterior de aquélla, cortando la parte del hilo que pueda aparecer como sobrante en este extremo.

Cuando se utilice cable de cuatro conductores para la prolongación de las conexiones del altavoz, será fácil identificarlos en el extremo que ha de unirse al macho del enchufe, ya que los colores de estos conductores serán diferentes.

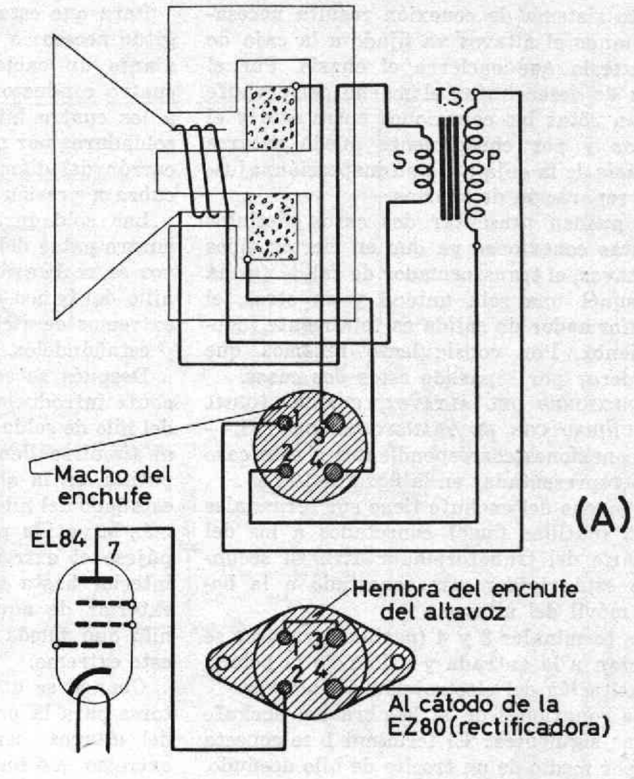
La figura XII-11 representa las conexiones del altavoz, una vez prolongadas por medio de hilos o cable de cuatro conductores, y terminadas en el macho del enchufe.

Seguidamente y para terminar las conexiones del receptor montaremos el cable bifilar de toma de corriente, terminado por un extremo en una clavija macho de enchufe y en el otro conectado a los terminales del primario del transformador de alimentación.

En este cordón hay que intercalar, en cada uno de sus hilos una sección del interruptor bipolar I-I que forma parte del potenciómetro P_1 de control de volumen. En otros casos el interruptor suele ser unipolar y queda intercalado en uno de los dos hilos del cordón de toma de corriente.

El agujero practicado en el chasis para el paso de cordón irá protegido por medio de una arandela o tapataladros de goma haciendo un nudo en el cordón por la parte interior del chasis para que la repetida manipulación del cordón no ponga en peligro la conexión con el transformador.

En derivación con el primario del trans-



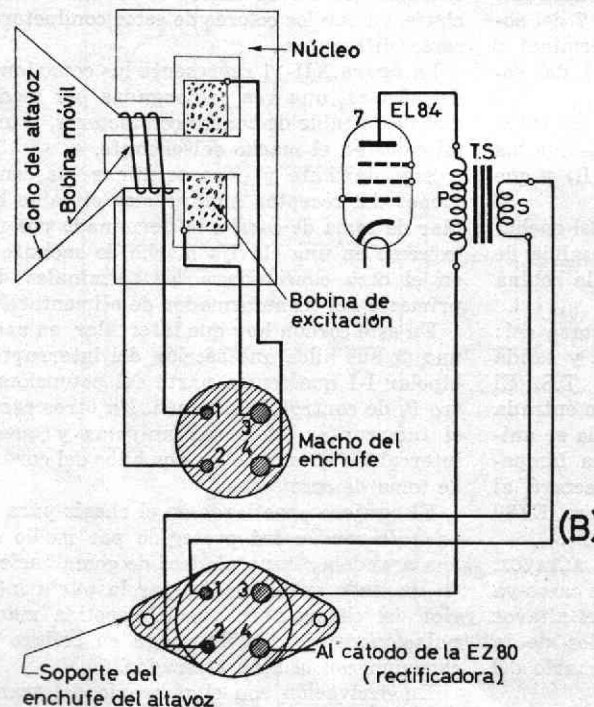


Fig. XII-10. — Conexiones del enchufe del altavoz: (A) Cuando el transformador de salida (T.S.) está formando una unidad con el altavoz; (B) El transformador de salida (T.S.) es independiente del altavoz.

formador de alimentación (T.A.) conectaremos los condensadores C_{21} y C_{22}, montados en serie, conectando a masa la unión entre ambos condensadores.

Y llegado este momento habremos dado fin al conexionado del receptor pudiendo apreciar el aspecto del montaje en la parte interior del chasis por la fotografía de la figura XII-12.

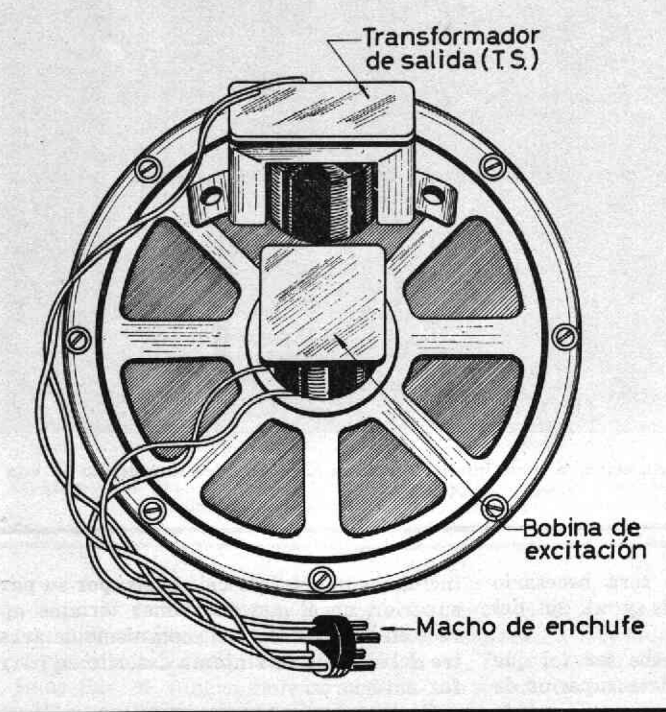


Fig. XII-11. — Conexiones y macho del enchufe del altavoz.

MANDO DE SINTONÍA Y MECANISMO DE ARRASTRE DEL INDICADOR SOBRE LA ESCALA. — Para terminar el montaje del receptor solamente nos falta adaptar el mecanismo de sintonía y arrastre del indicador de la misma sobre el dial.

Esta parte del receptor, que habremos adquirido en el comercio puede ser de diferentes diseños y por consiguiente su fijación al chasis dependerá del tipo de fabricación.

Aun cuando pueden existir algunas variantes entre unos y otros tipos, en general, constan de las siguientes partes:

a) La escala de sintonía grabada sobre cristal cuyo objeto es marcar una posición de sintonía para cada estación, con objeto de facilitar desde el exterior el ajuste de los condensadores variables montados en tándem (CV_1 y CV_2).

b) Un mecanismo de discos y poleas guías, por las que pasa un cordón fuerte y fino, cuyo movimiento produce el desplazamiento de una aguja indicadora de la sintonía sobre la escala de sintonía.

c) El eje del mando de sintonía sobre el que está dispuesta una polea de pequeño diámetro o bien un manguito cilíndrico, sobre los que da una o dos vueltas el cordón de arrastre.

Sobre el eje del tándem se fija a presión un sistema de dos poleas concéntricas de gran diámetro. La relación entre el diámetro de la polea mayor y la asociada al mando de sintonía es de 15 ó 20 a 1 y por tanto, para que el eje del tándem gire 180° que es el ángulo de giro total de las placas móviles de los condensadores variables, será necesario que el mando de sintonía haya dado 10 vueltas completas, lo que representa una desmultiplicación que permitirá un ajuste bastante fino de la sintonía.

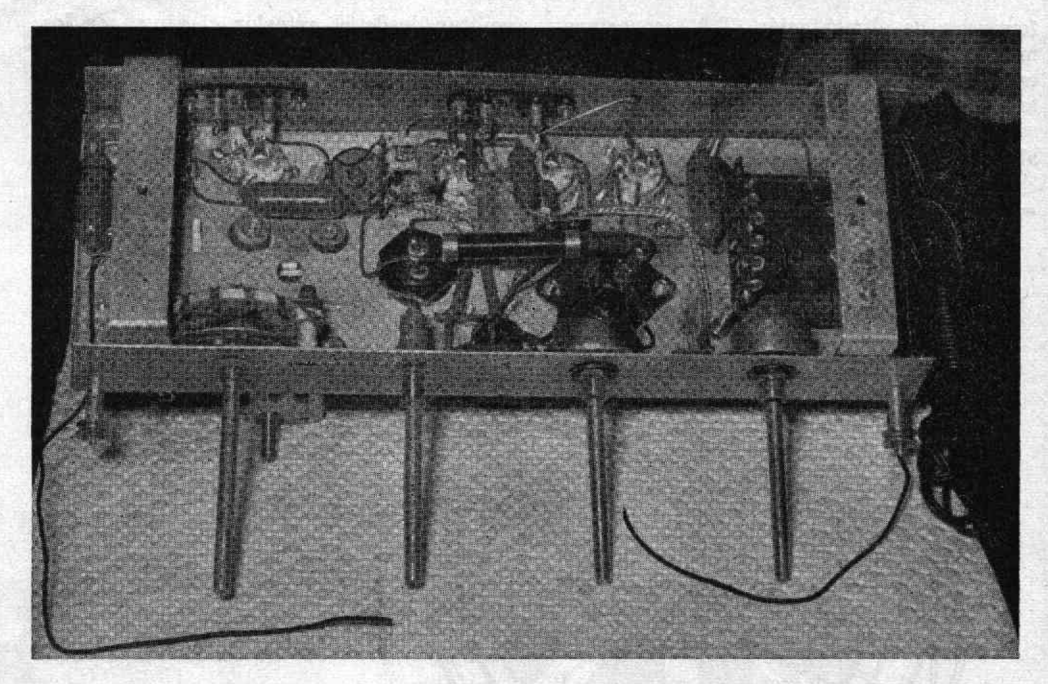


Fig. XII-12. — Terminada la sexta etapa, la parte inferior del chasis ofrece el aspecto reflejado en esta fotografía del mismo.

Para el montaje del dial será necesario fijarlo sólidamente al chasis y al eje del tándem.

La fijación de la aguja debe ser tal que se encuentre señalando la parte superior de la escala (a la derecha de la misma) cuando el tándem tenga sus placas móviles completamente fuera de las fijas y en la parte inferior de la misma (a la izquierda de la escala) cuando las placas móviles estén totalmente en el interior de las placas fijas. Esto equivale a decir que cuando el eje del tándem haya girado 180° la aguja indicadora habrá recorrido la escala desde uno al otro extremo de la misma.

Las escalas de sintonía suelen estar graduadas también en kilociclos o en Megaciclos para la sintonía en las bandas de O.M. y O.C. respectivamente.

Para facilitar los ajustes y las lecturas del indicador de sintonía por transferencia se ilumina la escala por medio de una o dos lamparitas piloto alimentadas por la tensión de calefacción de los filamentos de las lámparas del receptor.

Con objeto de ofrecer alguna aclaración gráfica sobre el montaje del dial de sintonía incluimos un aspecto del chasis, por su parte superior, en el que en primer término aparece en la fig. XII-13 el mecanismo de arrastre del sistema de sintonía descrito en párrafos anteriores.

COMPROBACIÓN DEL CONEXIONADO.—Es muy interesante que antes de darnos por satisfechos de nuestro trabajo dediquemos una o dos horas más, la cosa merece la pena, a la comprobación de las conexiones.

En esta inspección comprobaremos, no solamente que se han hecho y sin error todas las conexiones, sino que las soldaduras son perfectas.

Este tiempo que al parecer empleamos en un trabajo superfluo, puede ser de gran utilidad si conseguimos descubrir y corregir alguna conexión equivocada, omitida o soldadura defectuosa.

Colocación de las lámparas

Una vez convencidos de que todas las conexiones son correctas montaremos las lámparas en sus soportes respectivos.

Como todos los soportes son iguales ha-

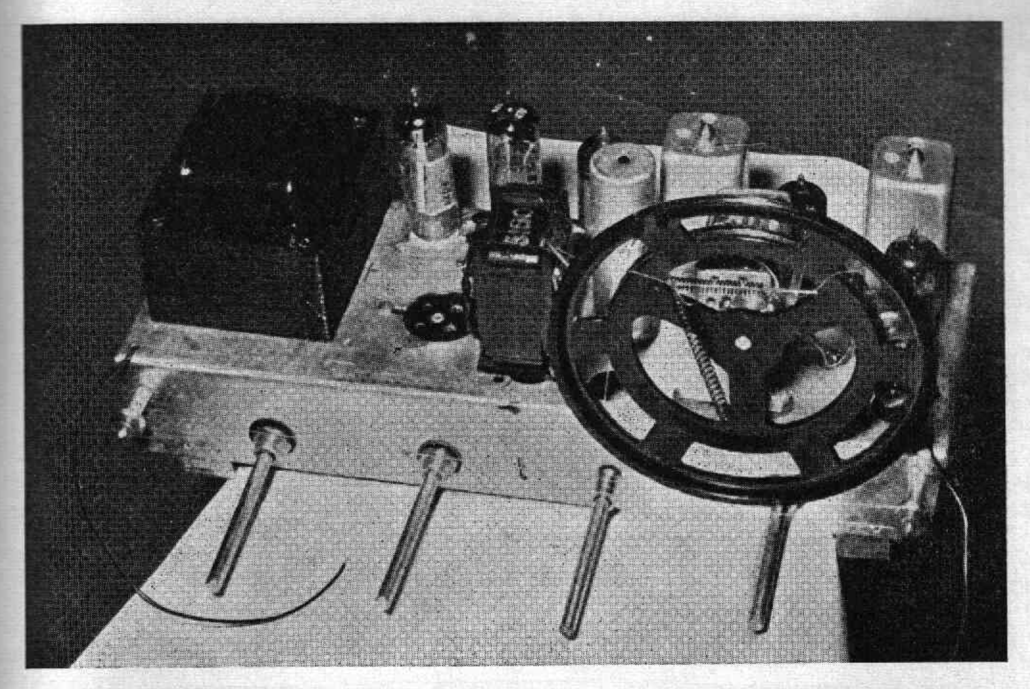


Fig. XII-13. — Como final del montaje hemos fijado sobre el chasis el mecanismo de arrastre del indicador de sintonía del tándem que aparece en la parte anterior de aquél.

bremos de poner especial atención para evitar un cambio de posición de las mismas, pues cualquier equivocación en este sentido haría imposible el funcionamiento del receptor.

También roscaremos sobre sus portalámparas las lamparitas de iluminación de la escala de sintonía.

La caja de ebanistería

En el momento oportuno habremos adquirido en el comercio la caja de ebanistería en cuyo interior hemos de fijar el chasis una vez terminado el montaje del mismo.

Como es lógico habremos elegido, entre los diferentes modelos existentes, el que por sus dimensiones se adapte más exactamente a nuestras necesidades, sin desatender, como es natural, cuanto se relacione con su aspecto y calidad de fabricación.

En general habremos de practicar en el taller los taladros necesarios en su panel frontal, para el paso de los ejes de mando y recortar el hueco necesario para la colocación de la escala de sintonía, si es que no viniera ya montada en la caja.

En realidad será preferible hacer estas operaciones antes de instalar las conexiones pues siendo necesario hacer algunos retoques, es preciso introducir y retirar el chasis de la caja exterior varias veces, con lo que podría dañarse alguno de los elementos o sus conexiones.

Debemos determinar exactamente la posición y dimensiones de la abertura para la escala de sintonía y paso de los ejes de mando.

Para cortar esta abertura, una vez dibujada por la parte interior del panel frontal practicaremos en los vértices cuatro taladros que nos permitan introducir la sierra de pelo con la que haremos los cortes de la ebanistería.

Seguidamente presentaremos el chasis en forma que los cuatro ejes de mando toquen con el panel frontal de la caja y dejen sobre el mismo una marca para fijar exactamente la posición de los taladros, que realizaremos con una broca de 7 mm.

Probablemente no podrán pasar libremen-

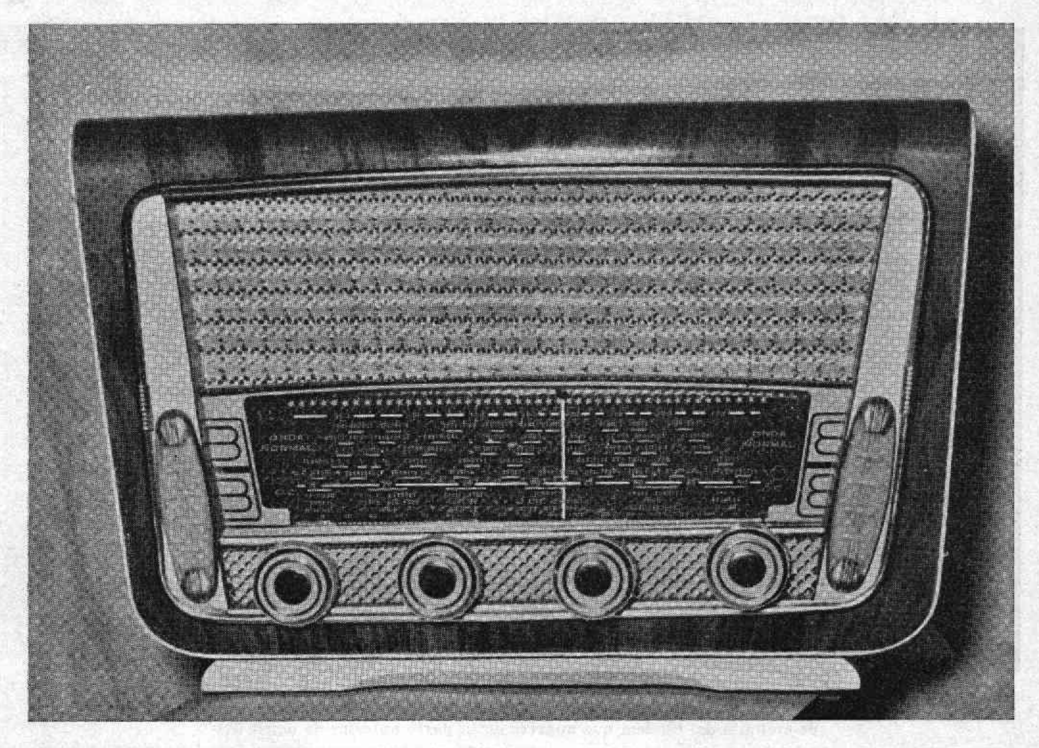


Fig. XII-14. — Aspecto exterior de la caja utilizada para encerrar el chasis de nuestro receptor.

te los cuatro en un primer intento, pero se pueden rectificar los taladros por los que no pueda pasar el eje, agrandándolos con una lima, de "cola de ratón".

No importa que los taladros resultan un poco grandes ya que el exceso de abertura quedará disimulado por los botones de mando.

En la parte superior, sobre la escala de sintonía, o en el lugar adecuado, montaremos una tabla con un agujero del mismo diámetro que el cono del altavoz que se atornilla a la misma, procurando que quede el transformador de salida hacia arriba.

Con objeto de permitir la propagación de las ondas sonoras producidas por la vibración del cono del altavoz, se disimula el orificio o ventana abierta en la caja a este propósito, cubriéndola con un tejido fino que sea al propio tiempo decorativo.

La parte posterior de la caja puede quedar al descubierto, aunque lo más frecuente es que se cubra por medio de una chapa de cartón, en la que se han practicado abundantes orificios para permitir la ventilación del interior de la caja, cuya temperatura tiende a elevarse por el calor radiado por las lámparas, resistencias y otros elementos del circuito. La chapa de cartón se fija a los bordes de la caja por medio de tornillos.

Y finalmente, la foto de la fig. XII-14 muestra el aspecto exterior de la caja adecuada para nuestro receptor, en la que se destacan principalmente los cuatro mandos, la escala de sintonía y el tejido que cubre la abertura del altavoz y el resto del frente de la misma.

RESUMEN DE LA LECCIÓN XII

Con los principales elementos montados sobre la parte superior del chasis, trabajo realizado en el curso de la lección anterior, hemos dedicado esta lección a la instalación de las conexiones marcadas en el esquema general del circuito, que tendremos a la vis-

ta durante la realización del conexionado del receptor.

Para facilitar nuestra labor hemos dividido este trabajo en varias etapas, que serán una continuación de las ya terminadas.

Comenzamos por el circuito de calefacción de los filamentos conectado al secundario de 6,3 V del transformador de alimentación conectado a la red. Este secundario puede ser utilizado prolongando sus dos hilos a través del recorrido de dicho circuito o bien prolongando uno sólo de sus terminales y conectando el otro a masa.

En el primer caso el secundario suele tener una toma central que se unirá a masa y los dos hilos soldados a sus terminales extremos irán trenzados para evitar los efectos inductivos de la corriente alterna suministrada por el transformador sobre otros circuitos del receptor, que sería la causa de la aparición de una oscilación de 50 períodos que se conoce con el nombre de zumbido de la red.

A continuación se harán todas las conexiones a masa, utilizando para ellas los tornillos de fijación de los elementos al chasis a los que se ha añadido una terminación de conexión o bien disponiendo terminales independientes de toma de masa.

Seguidamente haremos las conexiones de la unidad rectificadora que corresponden al secundario de A.T. y las de la línea del + de A.T. que suministra la A.T. rectificada una vez aplanada por medio del filtro.

Para facilitar el trabajo se han incluido tablas de conexiones de los diferentes circuitos y suministros del receptor.

En estas tablas figuran dos secciones: en la de la izquierda se hacen constar el terminal (y el elemento a que corresponde) al que hay que soldar uno de los extremos del hilo de conexión y en la de la derecha los mismos datos referentes al terminal a que ha de soldarse el otro extremo de la conexión.

En los casos de derivación, deben hacerse estas derivaciones en puntos fijos, terminales del elemento indicado o en regletas aislantes con varios terminales que se unirán por medio de un trocito de hilo desnudo bien soldado.

Observaremos que en las tablas de conexiones y en la columna titulada "terminal" hemos consignado las palabras "entrada" y "salida", que cuando se refieren a los hilos de conexión de elementos no polarizados, como son las resistencias, condensadores fijos (a excepción de los electrolíticos, que tienen polaridad determinada) y otros, no tienen una significación concreta ya que para "entrada" podemos tomar uno cualquiera de los dos hilos de conexión y el otro para "salida".

La 4.ª etapa comprende las conexiones de las bobinas y el conmutador de ondas que podremos realizar con la ayuda de la tabla de conexiones incluida en el texto.

Aun cuando nuestra descripción se refiere concretamente al conmutador de ondas giratorio, constituido por varios conmutadores unipolares de dos posiciones, para la recepción de ondas media y corta, accionados por un mando único, existe otro tipo de conmutadores de diseño más moderno, accionado por un sistema de teclas que se utilizan para el encendido y apagado del receptor, disposición del receptor para diferentes márgenes de onda y funcionamiento para la reproducción de discos.

No debemos olvidar ir tachando o señalando sobre la tabla y el esquema las conexiones que vayamos terminando.

La 5.ª etapa del conexionado se dedica a las de los pasos amplificador de F.I. y del detector-preamplificador de B.F. y la 6.ª etapa a las que corresponden al amplificador final y toma de corriente del receptor para las que utilizaremos las respectivas tablas.

Hemos visto que para poder separar fácilmente el altavoz, fijado en la parte inferior de la caja del chasis, lo que nos permitirá trabajar en éste en ajustes, localización de averías, reparaciones, etc., se establecen las conexiones entre ambos por medio de un enchufe de cuatro terminales, que son algo distintas, según que el transformador de salida forme una unidad con el altavoz o sea independiente de éste.

Finalmente hemos conectado el cordón bifilar terminado en clavijas de enchufe para toma de corriente, en cuyos conductores hemos intercalado el interruptor, unipolar o bifilar, para el encendido y apagado del receptor, que suele ser solidario del potenciómetro regulador del volumen.

Como elemento accesorio importante hemos montado el mecanismo de ajuste de sintonía con su indicador asociado, que marca sobre la escala en la que están consignados los nombres de las estaciones o las frecuencias de sintonía del receptor.

La comprobación del conexionado, una vez terminada, es una operación de la que no debemos prescindir, pues nos permitirá descubrir los errores u omisiones de conexiones,

malos contactos o soldaduras defectuosas, evitándonos muchos quebraderos de cabeza y considerables pérdidas de tiempo.

Una vez realizada esta labor podemos enchufar las lámparas en sus respectivos soportes, operación que realizaremos con mucha atención para evitar la colocación de cualquier lámpara en un soporte que no le corresponda, error fácil de cometer ya que todos los soportes son iguales.

Y terminamos los trabajos a que hemos dedicado nuestra atención en el curso de esta lección, con la adaptación de la caja de ebanistería, adquirida en el comercio, al chasis y mandos de nuestro receptor.

Y ahora, antes de disfrutar del fruto de nuestro trabajo, será necesario realizar una operación importante que es el ajuste y alineación del receptor, pero éste será el tema de la próxima lección.

LECCIÓN XIII

AJUSTES DEL RECEPTOR

La primera prueba

Ya hemos terminado el montaje del receptor; hemos comprobado todas sus conexiones y tal vez hayamos tenido necesidad de corregir algún error o reparar alguna soldadura dudosa.

Al llegar a este momento, seguramente hemos sentido la natural curiosidad de saber si nuestro trabajo ha conseguido el resultado apetecido. Para ello hemos enchufado en la toma de corriente la clavija del cordón de alimentación.

Con ansiedad hemos esperado unos segundos para dar tiempo al caldeo de las lámparas y seguidamente manejamos impacientes los mandos de volumen y sintonía. Con gran satisfacción escuchamos algunas emisiones durante el recorrido del indicador de sintonía.

Hemos oído, pero se nos presenta una duda, ¿será esto todo lo que podamos esperar de nuestro receptor, o podemos obtener bastante más, escuchar muchas más emisoras o mejorar la calidad de la audición?

Sabemos que el correcto funcionamiento de las lámparas se consigue cuando los voltajes de alimentación de las placas y rejillas pantallas son los necesarios y que las polarizaciones de las rejillas son las adecuadas.

Por otra parte, en las secciones de R.F. y F.I. de nuestro receptor existen varios circuitos sintonizados, como son los de rejilla de la sección conversora y del oscilador local de la lámpara ECH81 y los de ambos devanados de los transformadores de F.I.

De aquí se deduce inmediatamente la necesidad de comprobar y, en caso necesario, rectificar los valores de las tensiones en diferentes puntos del receptor y los ajustes de sintonía de las partes indicadoras, operación que conocemos por "alineación" del receptor.

Comprobación de las tensiones

Para realizar la comprobación de las tensiones es necesario que dispongamos del esquema en el que su realizador haya incluido los valores de los voltajes existentes en los diferentes puntos del circuito.

Estos voltajes son los resultados de las medidas efectuadas sobre el aparato construido de acuerdo con el esquema correspondiente, una vez que su funcionamiento haya llegado a ser perfecto.

La fig. XIII-1 muestra el esquema de nuestro receptor con los voltajes correspondientes a diferentes puntos del mismo, que son los representados en el interior de pequeños circuitos.

Para esta operación utilizaremos un voltímetro de corriente continua o bien el comprobador universal dispuesto para la medida de voltajes, en el margen de medida adecuado a cada caso.

Medidas de las tensiones del + de A.T.

Todas estas medidas han de realizarse con relación al chasis, al que está conectado el negativo de A.T.

Para mayor comodidad, el conductor correspondiente al terminal negativo del voltímetro, se termina en una pinza cocodrilo, con la que morderemos el chasis del receptor y con la punta en que termina el que corresponde al terminal positivo iremos haciendo contacto en los puntos que se indican. En cada medida se hará constar el margen o escala adecuada a la misma.

MEDIDAS EN EL FILTRO. — Se harán dos, una a la entrada y otra a la salida del filtro. Para la primera se utilizará la escala de 750 V y la de 350 V para la segunda, en

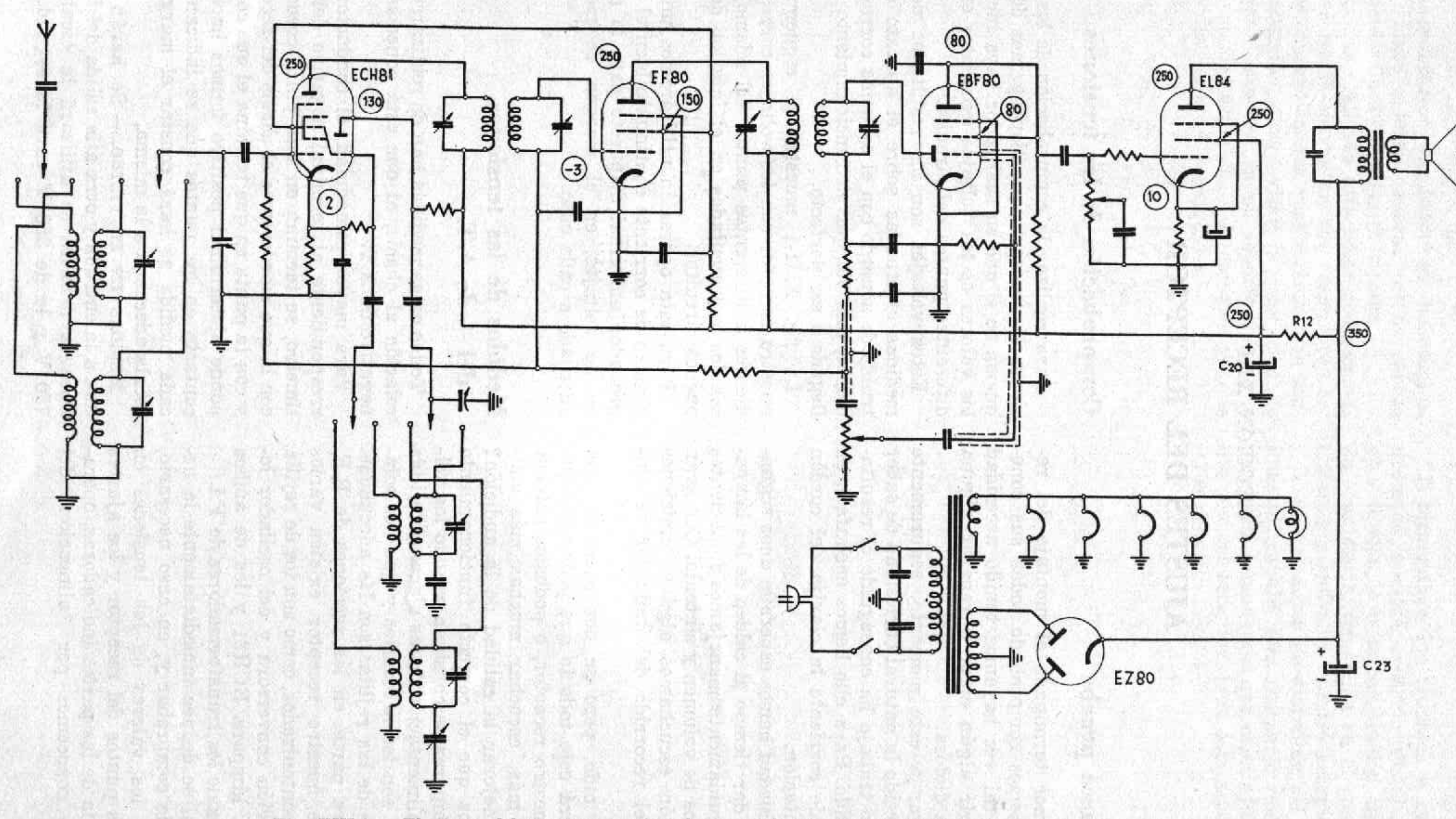


Fig. XIII-1. — El ajuste del receptor requiere la comprobación de los voltajes de alimentación y polarización de las lámparas. Sobre el esquema, y encerrados en pequeños círculos, figuran los valores normales en los puntos señalados.

corriente continua. Como se ha dicho anteriormente el polo negativo del voltímetro se unirá al chasis y con la punta del positivo se hará contacto con el terminal del condensador electrolítico C_{23} y para la segunda en el positivo del electrolítico C_{20}.

Posibles errores en las medidas de voltajes

En las medidas anteriores y por tratarse de un circuito de pequeña resistencia, reco-

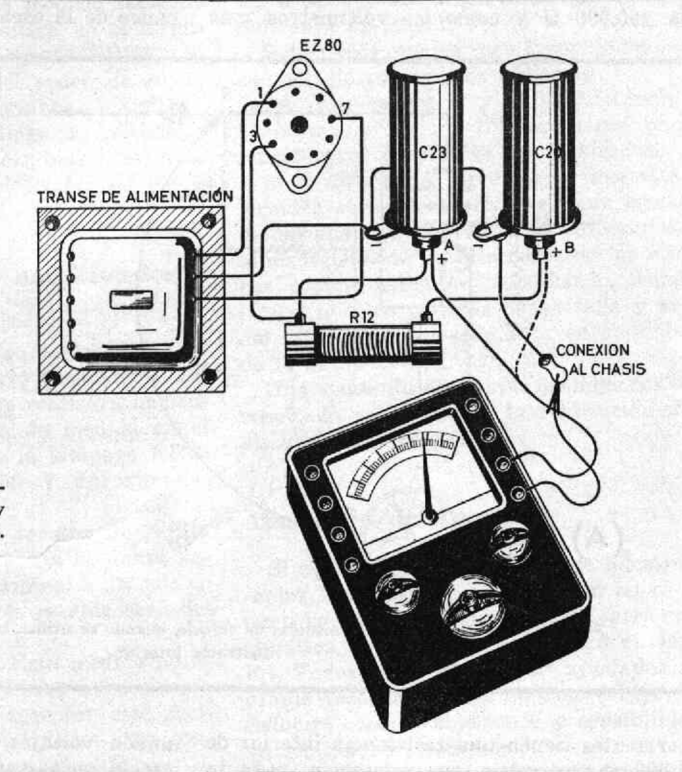


Fig. XIII-2. — Medida de voltajes a la entrada (punto A) y a la salida (punto B) del filtro.

Los valores obtenidos en estas medidas serán del orden de 350 y 250 V respectivamente.

Las condiciones y forma de realizar esta medida son las ilustradas en la fig. XIII-2.

Se encenderá el receptor y se dejarán transcurrir 20 á 30 segundos, al cabo de los cuales se desviará la aguja del comprobador universal o del voltímetro utilizado para la medida, ya que por ser la EZ80 una lámpara de caldeo indirecto no circulará la corriente hasta la completa calefacción del cátodo.

Cuando se utilizan rectificadores de caldeo directo, es decir, filamento como cátodo, tales como la 80, la 5Y3..., la corriente rectificada circula inmediatamente.

rrido por una corriente de una intensidad relativamente grande, puede utilizarse un aparato de medida cuya resistencia sea del orden de 1.000 Ω por voltio.

No podemos decir lo mismo en las medidas que detallaremos a continuación, en las que intervienen circuitos de resistencia de centenares de ohmios, por las que circulan intensidades del orden de unos miliamperios como máximo.

En este caso, si la resistencia interior del voltímetro no es muy grande, la lectura no corresponderá al valor real del voltaje que medimos, como vamos a ver claramente mediante el ejemplo incluido a continuación.

En la fig. XIII-3 (A) se ilustra la forma de efectuar la medida de los voltajes de pla-

ca y rejilla pantalla de una lámpara montada como amplificadora a resistencias.

Para realizarla, conectaremos el terminal negativo del voltímetro al chasis (masa) y con la punta correspondiente al positivo haremos contacto en los puntos A y B respectivamente, utilizando la escala de 250 V.

Las resistencias R_3 y R_4 serán del orden de 250.000 Ω y como los voltímetros más corrientes tienen una resistencia interior de 1.000 Ω por voltio, su resistencia, para la escala de 250 V será de 250.000 Ω.

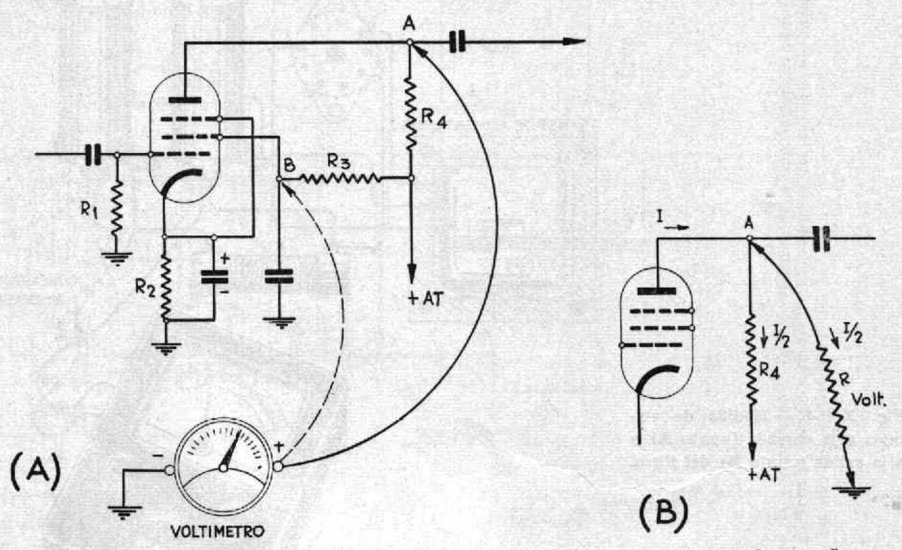


Fig. XIII-3. — Errores en las medidas de voltaje, cuando se utiliza un voltímetro de pequeña resistencia interior.

En la fig. XIII-3 (B) se puede apreciar claramente que, por ser iguales las resistencias R_4 y la R del voltímetro, la intensidad de placa (I) se reparte, a partir del punto A en dos partes iguales (I/2).

Por consiguiente, la corriente de placa, durante el funcionamiento normal de la lámpara, circula toda ella por R_4 y cuando se hace la medida se deriva la mitad (I/2) por el voltímetro.

Es fácil comprender que el voltaje medido en A será distinto del que corresponde al funcionamiento normal, y que este error será tanto mayor cuanto mayor sea la intensidad de la corriente que se deriva por el voltímetro, es decir, cuanto menor sea la resistencia del voltímetro en relación con la resistencia del circuito objeto de la medida de voltaje.

De aquí se deduce que para que las medidas sean lo más exactas posible, deben utilizarse voltímetros de alta resistencia interior.

Debemos observar que, como la resistencia del voltímetro es tanto mayor cuanto mayor es el margen de medida, ya que se cuenta esta resistencia en ohmios por voltio, el error será tanto menor cuanto mayor sea el alcance de la escala utilizada, pero cuando se miden voltajes pequeños la lectura en la escala no es tan fácil ya que las divisiones están más próximas.

Medidas de tensiones en el paso final

Para la medida de las tensiones de placa y rejilla pantalla se empleará la escala de 250 ó 300 V.

Conectaremos como siempre, el negativo del aparato de medida al chasis.

VOLTAJE DE PLACA. — Con la punta correspondiente al terminal positivo del voltímetro en el terminal 7 del soporte de la lámpara EL84, el voltaje medido debe ser del orden de 250 V.

VOLTAJE DE REJILLA PANTALLA. — Seguidamente haremos contacto con la punta del terminal positivo del aparato de medida en el terminal 9 del mismo soporte. La lectura debe ser 250 V aproximadamente.

Voltaje de cátodo. — Para esta medida utilizaremos la escala de 10 ó 50 V haciendo contacto con la punta de medida (positivo del voltímetro) en el terminal 3 del soporte de la EL84. La lectura debe ser de 10 V.

Tensiones del paso detector-preamplificador de B.F. — Escala utilizada en el aparato de medida: 250 V.

Tensión de placa. — Se medirá haciendo contacto con la punta positiva en el terminal 6 del soporte de la lámpara EBF8 y el voltaje medio debe ser del orden de 80 V.

Tensión de rejilla pantalla. — Siguiendo un procedimiento análogo de medida y haciendo contacto en el terminal 1 del mismo soporte, la lectura debe ser de 80 V aproximadamente.

Tensiones en el paso amplificador de F.I.

La escala utilizada para las medidas de placa y rejilla pantalla será la de 250 V. La correspondiente a placa se realizará haciendo contacto con la punta de medida en el terminal 7 del soporte de la lámpara EF80 y la lectura será de 250 V aproximadamente.

Para la medida de la tensión de rejilla pantalla, se hará contacto con la punta positiva de medida, en el terminal 8 del mismo soporte. El resultado de la medida será del orden de 150 V.

Tensión de rejilla. — Esta medida no es absolutamente necesaria y caso de realizarse tendrá lugar cuando el receptor esté recibiendo alguna emisora ya que en caso contrario la tensión de rejilla será nula.

Para la medida y como se trata de una tensión negativa, habrá que invertir las conexiones del aparato de medida, haciendo contacto en el chasis con la punta del terminal positivo, mientras que con la conexión del negativo se hará contacto en el terminal 2 del soporte de la lámpara EF80.

Medida de tensiones en el paso conversor

Por un procedimiento igual al seguido en las medidas en el paso final y utilizando las mismas escalas de medida.

Los contactos han de hacerse en los terminales que se indican, en el soporte de la lámpara ECH81.

Tensión de placa. — Contacto con el terminal positivo del aparato de medida en el terminal 6 del soporte. Lectura 250 V.

Tensión de rejilla pantalla. — Contacto en el terminal 1 del soporte de la ECH81. Resultado de la medida, 130 V aproximadamente.

Tensión de cátodo. — Con la punta positiva de medida se hará contacto en el terminal 3 del soporte de dicha lámpara. La medida será de unos 2 V.

Suponemos que los resultados de las medidas coincidirán con los indicados.

En caso contrario y si la diferencia no fuese mayor de un 10 por ciento podrán considerarse aceptables los resultados.

Si la diferencia fuese mayor que esta tolerancia será necesario investigar la causa, modificando los valores de las resistencias de alimentación de los electrodos de las lámparas correspondientes, suponiendo, como es lógico, que los voltajes de entrada y salida del filtro sean los señalados en el esquema de la figura XIII-1.

Una vez realizadas estas medidas con buen resultado pasaremos a la realización de la alineación del receptor.

Alineación del receptor

Si examinamos el esquema de nuestro receptor, observaremos que existen en el mismo ocho circuitos sintonizados, cuatro en los circuitos de R.F. y otros cuatro en los de F.I. Todos ellos deben estar ajustados a su propia frecuencia pues en caso contrario se reducirá considerablemente la sensibilidad y selectividad del receptor.

Las operaciones necesarias para ajustar la sintonía de estos circuitos a la frecuencia de resonancia, constituyen lo que se denomina "alineación" del receptor.

Estos ajustes se realizan modificando la capacidad de pequeños condensadores ajustables, montados en serie o en paralelo con los condensadores variables de sintonía. Se denominan "trimmers" cuando están en paralelo y "padders", cuando están montados en serie. En el primer caso aumentan la capacidad del condensador principal y en el segundo la disminuyen.

En los receptores modernos se utilizan bobinas de inductancia variable, provistas de núcleo magnético ajustable. Este ajuste sustituye al de los condensadores "trimmers" y se denomina "ajuste de permeabilidad".

El mando único para todas las secciones

del tándem introduce algunas dificultades en la alineación de los receptores superheterodinos, según vamos a ver a continuación:

Nos referimos a la fig. XIII-4 en la que podemos ver el circuito de entrada y el del oscilador local de un receptor superheterodino en el que los condensadores de sintonía (C_1) y del oscilador local (C_2) están asociados a un mando único.

Resumiendo, para todas las posiciones de ajuste de C_1 y C_2, que corresponden a ángulos de giro de sus placas móviles exactamente iguales en todo su recorrido, es decir, de un extremo a otro de la escala de sintonía, las frecuencias de resonancia de los circuitos L_1-C_1 y L_2-C_2 deben tener constantemente una diferencia igual al valor fijo de la F.I.

No es de este lugar la demostración matemática de que esto no se verifica en la práctica si los condensadores C_1 y C_2 son idénticos.

Fig. XIII-4. — Los dos condensadores C_1, de sintonía, y C_2, de oscilador local del superheterodino, obedecen a un mando único.

Como sabemos, la frecuencia captada por la antena (f_s) y la del oscilador local (f_o) se mezclan en el interior de la lámpara conversora y el resultado de esta mezcla, que aparece en el circuito de placa de esta lámpara, en el que se encuentra el transformador de "frecuencia intermedia", es esta frecuencia (F.I.).

El oscilador local da una frecuencia f_o mayor que la de la señal f_s y su diferencia ha de ser constantemente igual al valor de la F.I. verificándose que

$f_o - f_s = \text{F.I.}$ o lo que es lo mismo f

$$f_o = f_s + \text{F.I.}$$

Si la señal tiene una frecuencia de 1.000 Kc/s. y la F.I. es de 475 Kc. para el ajuste correspondiente al tándem, el oscilador local debe estar sintonizado a

$$f_o = 1.000 + 475 = 1.475 \text{ Kc/s.}$$

Si la frecuencia de la señal fuese de 1.500 Kc/s. el ajuste del condensador C_1 que sintoniza el circuito de entrada sería distinto del anterior y a esta posición corresponderá otra sintonía del oscilador local, que debe corresponder a una frecuencia

$$f_o = 1.500 + 475 = 1.975 \text{ Kc/s.}$$

En los receptores para una sola gama de ondas se resuelve este problema dando una forma especial (placas recortadas) a las placas móviles del condensador C_2, pero en los diseñados para varias gamas no es utilizable esta solución.

Para salvar la dificultad se han añadido a los circuitos oscilantes los condensadores ajustables "trimmer" y "padder" a que nos hemos referido anteriormente.

Aun con esto sólo se pueden conseguir en tres frecuencias de la banda valores iguales para la F.I. Los intermedios difieren algo de ésta, pero suelen aceptarse en la práctica cuando la diferencia no es mayor de 4 ó 5 Kc. para una F.I. de 475 Kc.

Las tres frecuencias elegidas para el ajuste suelen ser, en general las de 600, 1.000 y 1.400 Kc/s. en la banda de O.M.

En la banda de O.L. el ajuste suele hacerse en un solo punto que corresponde a la frecuencia de 204 Kc/s. y en la de O.C. en dos frecuencias distintas.

Práctica de la alineación

Para la alineación de un receptor se requiere, como veremos más adelante, un

oscilador de frecuencia variable y un aparato que nos permita saber que hemos llegado al ajuste óptimo de los circuitos que intervienen en la misma.

Admitiendo que no todos los aficionados disponen de estos aparatos, vamos a dar algunas instrucciones que permitan la alineación salvando la falta de estos elementos.

Alineación sin aparatos

Conectemos la antena al receptor y pongamos el conmutador de ondas en la posición correspondiente a O.M.

Sintonicemos el aparato para recibir una emisora cuya frecuencia de trabajo sea del orden de los 600 Kc. (parte inferior de la banda).

Actuando sobre el trimmer de la sección correspondiente al condensador del oscilador (C_2), montado junto a ésta en el tándem, veremos que desaparece la recepción, teniendo que modificar la sintonía, lo que se traduce en un desplazamiento de la aguja indicadora de sintonía a uno u otro lado de la escala del dial.

Mediante el ajuste conveniente de C_2 conseguiremos que la sintonía de la emisora coincida con la indicación correspondiente en la escala.

A continuación trataremos de conseguir el mayor volumen de la audición actuando sobre el trimmer (C_1) del condensador de sintonía, montado sobre la otra sección del tándem.

Con objeto de apreciar más fácilmente, a oído, las variaciones de volumen de la recepción, es conveniente, una vez sintonizada la emisora, reducir ésta todo lo posible por medio del potenciómetro de control de volumen y así se hará más sensible cualquier variación de nivel sonoro.

Es preferible utilizar una emisión hablada, que una emisión musical.

Seguidamente, sintonizaremos el receptor para recibir una emisora cuya frecuencia sea del orden de 1.400 Kc/s. (parte superior de la banda) y actuemos sobre el núcleo o el ajustable de la bobina del oscilador de O.M. para situar la aguja indicadora de sintonía en el punto correspondiente de la escala de sintonía.

Después y para mejorar la potencia de la audición actuaremos sobre el elemento de ajuste de la bobina de sintonía de O.M. actuando según se indicó anteriormente.

No olvidemos que para hacer que el punto de sintonía de una emisora coincida con su indicación sobre la escala debe regularse *el oscilador*.

El ajuste del circuito de sintonía permite aumentar la potencia de la audición.

Pasemos ahora a la alineación en la banda de O.C. sintonizando una emisora hacia los 50 metros, haciendo ajustes análogos a los de la banda de O.M., es decir, primero sobre el circuito del oscilador para conseguir la coincidencia sobre las grabaciones de la escala de sintonía y la correspondiente a la emisora recibida y después para conseguir el máximo de volumen de audición.

Si el receptor incluyere también la banda de O.L. se procedería en forma análoga, bien entendido, que una vez ajustados los trimmers de los condensadores variables al realizar la alineación en O.M. los ajustes posteriores en otras bandas de frecuencia afectarán los elementos de ajuste asociados a las bobinas correspondientes.

Pasemos ahora al ajuste de los transformadores de F.I. que es más delicado que los anteriores. En realidad no es aconsejable su realización sin los aparatos necesarios ya que en la mayoría de los casos y por tratarse de circuitos de frecuencia fija, vendrán ajustados de fábrica.

No obstante ajustándose a las normas incluidas a continuación podemos hacer algún intento.

Sintonicemos una emisora hacia el centro de la banda de O.M. y a continuación y por medio de un atornillador de materia aislante provisto de una laminita metálica embutida en la misma, modificaremos el ajuste de la sintonía de los cuatro devanados de los transformadores de F.I. (dos primarios y dos secundarios), actuando sobre los tornillos de ajuste de los trimmers o de los núcleos magnéticos, según el tipo de transformador equipado en el receptor.

El ajuste de estos circuitos debe ser sucesivo, tratando en cada uno de obtener el máximo de volumen de la audición antes de pasar al siguiente, comenzando por el secundario del segundo transformador y terminando por el primario del primero.

Los dos transformadores de F.I. vienen, como hemos dicho, ajustados por el fabricante, pero al montarlos en el receptor se introducen capacidades parásitas producidas por las conexiones y las lámparas, que

han de compensarse mediante estos ajustes.

Y ahora una advertencia muy importante. Antes de variar el ajuste de un trimmer o de un núcleo magnético, márquese sobre el blindaje del transformador la posición del tornillo de ajuste, haciendo una raya que coincida con la de su ranura y si giramos dos vueltas sin mejorar la audición, repóngase en su posición inicial antes de pasar al ajuste siguiente.

No debe dejarse modificada la posición de los tornillos de ajuste si no se ha conseguido mejorar la recepción, pues corremos el riesgo de desajustar los cuatro circuitos.

Las instrucciones anteriores se refieren a juegos de bobinas normales.

Ciertos bloques de sintonía requieren mayor número de ajustes, pero no debemos alarmarnos ya que no encontraremos ninguna dificultad. Bastará con aplicar siempre a cada una de las gamas de ondas el proceso seguido en la alineación de la de O.M., es decir, ajustar los trimmers de los condensadores del oscilador y sintonía en la parte inferior de la banda (frecuencias más bajas) y los núcleos magnéticos de las bobinas del oscilador y sintonía en la parte superior de la misma (frecuencias más altas).

Cuando el bloque de sintonía lleve los trimmers de O.M. deben desmontarse los instalados en el condensador variable.

Alineación del receptor con la ayuda de aparatos

Aparatos utilizados en la alineación. Si tenemos en cuenta que el receptor suministrará una señal máxima en todas las gamas de frecuencia que es capaz de recibir cuando esté perfectamente alineado, deduciremos inmediatamente que los aparatos necesarios para su alineación son:

a) Un oscilador modulado de frecuencia variable o "generador de señal" capaz de suministrar todas las frecuencias incluidas en las gamas de ondas para las que están diseñados los circuitos del receptor.

b) Un aparato capaz de indicar en forma visible, el momento en que hemos conseguido el máximo valor de la señal en el receptor. Los aparatos que proporcionan esta indicación se denominan "indicadores de salida".

Generador de señal. — El generador de señal u "oscilador de pruebas", nos permite disponer de una serie de frecuencias comprendidas dentro de un amplio margen, que cubre todas las asignadas a las bandas o gamas incluidas en el receptor objeto de la alineación.

La señal proporcionada por el oscilador de prueba, nos permite sustituir a cualquier emisora sin tener que depender del horario de trabajo de las mismas, así como de las condiciones de recepción.

Al igual que ocurre en la portadora de las emisoras, que es modulada en B.F. con objeto de que pueda suministrar una señal audible en el altavoz, la frecuencia de salida del oscilador está también modulada por una señal de B.F. del orden de los 500 ciclos, por lo que en el paso final del receptor obtendremos una señal de B.F. audible o medible por medio de aparatos corrientes.

Para aplicar la señal de salida del oscilador al circuito de antena u otro circuito de R.F., se conectará en serie con el condensador de salida, un condensador de 250 µµF. Si la frecuencia de salida del oscilador corresponde a la F.I. se utilizará un condensador de 0,1 µF-500 V.

Cuando se trate de un receptor equipado con antena de cuadro y por tanto, sin terminales de antena y tierra, la transferencia de la señal de salida del oscilador al receptor se verifica mediante el acoplamiento entre dicha antena de cuadro de otra conectada al generador, formada por dos o tres espiras de unos 15 cm. de lado.

El nivel de la salida del generador puede regularse mediante el ajuste del potenciómetro dispuesto al efecto.

Indicador de salida. — Es un aparato que nos permite apreciar y a veces medir el valor de la potencia o tensión de salida de un receptor.

Para la alineación, que afecta solamente a los circuitos de R.F. y F.I. de éste, puede medirse el nivel de la señal, tanto a la entrada del detector, en cuyo caso sería necesario el empleo de un aparato capaz de medir voltajes de R.F. como el voltímetro de lámpara, o bien en un punto de los pasos de B.F.

Es muy frecuente que la apreciación se haga en la salida del paso final por medio de un voltímetro de corriente alterna de alta resistencia interior.

A este propósito puede utilizarse el comprobador universal, como voltímetro, en el margen de 150 voltios, montado según se representa en la fig. XIII-5.

El terminal positivo del mismo se conectará al punto A, intercalando en serie el condensador C_1 de 0,1 μF-500 V para cortar el paso de la A.T. continua hacia el voltímetro. Este condensador ofrece una impedancia muy baja a la frecuencia moduladora de 500 ciclos de la señal de salida del oscilador de prueba.

El nivel de salida del oscilador debe ser lo más bajo posible siempre que sea capaz de proporcionar la necesaria indicación en el indicador de salida. Si fuese un nivel alto, entraría en funciones el C.A.V., que, tendiendo a mantener constante el nivel de la señal de salida, falsearía las medidas.

POSICIÓN DE LOS MANDOS DEL RECEPTOR. — Para la alineación de un receptor debe ponerse el control de volumen al máximo y el de tono en el ajuste correspondiente a máxima potencia de los tonos agudos.

LOCALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS AJUSTABLES DEL RECEPTOR PARA SU ALINEACIÓN. — Es indudable que habiendo sido construido por nosotros el receptor conoceremos la situación de los elementos objeto de ajuste, es decir, los trimmers y padders.

Pero no estará de más insistir sobre esta información para evitar indecisiones.

Los trimmers de los transformadores de F.I. están situados en la parte superior de sus blindajes. El primer transformador de F.I. estará situado entre la lámpara conversora y la amplificadora de F.I. y el segundo entre ésta y la detectora. Sus tornillos son accesibles a través de orificios practicados en la parte superior del blindaje.

En el caso en que los transformadores de F.I. sean sintonizables por permeabilidad, es decir, por desplazamiento del núcleo magnético de cada bobina, el tornillo de ajuste de uno de los núcleos es accesible por la parte superior del blindaje y el del otro por la inferior del chasis.

Los dos condensadores ajustables del oscilador local son el "padder" para el ajuste de las frecuencias más bajas y el "trimmer" para las altas de la banda.

Cuando las dos secciones del condensador variable sean iguales, puede localizarse la sección osciladora siguiendo su conexión con la placa del triodo oscilador, en nuestro receptor el terminal 8 del soporte de la ECH81, a través del condensador C_6, o si se quiere, para mayor facilidad, se sintoniza una emisora y se tocan con un atornillador las placas fijas de cada una de las secciones del tándem. Al tocar la correspondiente a la sintonía del circuito de entrada no se observará una gran variación en el nivel de recepción, pero al tocar la del oscilador se perderá la sintonía y posiblemente la audición de la emisora.

Sobre esta sección del condensador estará montado el trimmer del oscilador. El padder suele estar en la parte interior del chasis y próximo a la sección del condensador del oscilador.

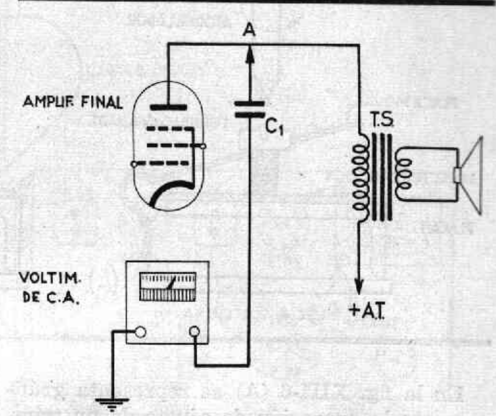


Fig. XIII-5. — Conexión del voltímetro de c.a. como indicador de salida en el circuito de placa del amplificador final del receptor.

La bobina del oscilador está situada generalmente junto a esta sección y el tornillo de ajuste suele ser accesible por la parte superior o inferior del chasis.

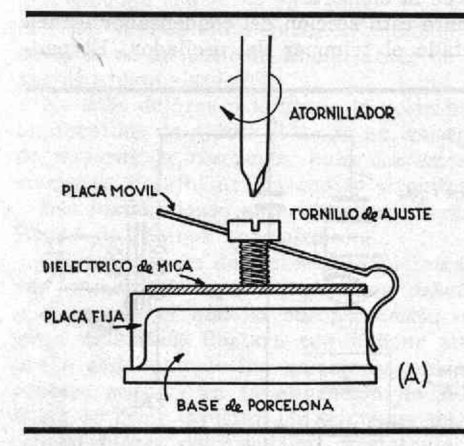
Procedimiento de ajuste de los trimmers

Cuando se haya conseguido el máximo de la señal mediante el ajuste de un trimmer, deberá hacerse girar el tornillo en uno y otro sentido, lentamente y sin dejar de observar el indicador de salida, hasta obtener con toda precisión un máximo acentuado o "pico" de la señal.

Sucede a veces que al retirar el atornillador empleado para el ajuste, incluso si éste es especial para esta operación, varía la indicación del medidor de salida, pues la proximidad de la herramienta modifica la capacidad del trimmer.

Para compensar este efecto, después de obtenida la indicación máxima se hará girar

el tornillo de ajuste una fracción de vuelta para aumentar la capacidad del trimmer. La indicación del aparato de medida disminuirá pero se restablecerá el máximo una vez retirada la herramienta.



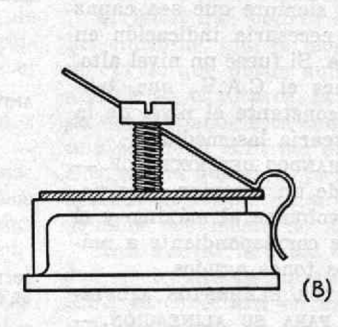


Fig. XIII-6. — Ajuste de los condensadores "trimmers": (A) Procedimiento de ajuste; (B) Trimmer ajustado a su capacidad mínima.

En la fig. XIII-6 (A) se representa gráficamente la operación de ajuste de un trimmer y en la XIII-6 (B) la posición de su armadura móvil para su ajuste al mínimo de capacidad.

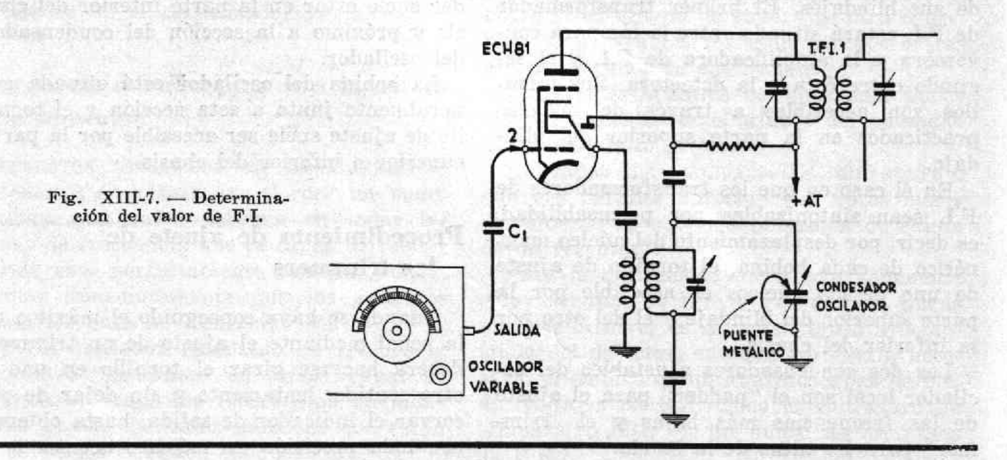


Fig. XIII-7. — Determinación del valor de F.I.

Alineación de los circuitos de F.I.

La alineación del receptor comienza por la de los transformadores de F.I. para lo que es necesario conocer el valor exacto de esta frecuencia, dato indispensable para el ajuste de dichos transformadores.

Esto significa que si no poseemos información sobre este valor, será necesario determinarlo en la forma que se indica a continuación.

Conéctese el terminal de salida del oscilador a la rejilla de mando de la mezcladora intercalando un condensador C_1 de 0,1 μF, según muestra la fig. XIII-7.

Varíese el ajuste de la frecuencia del oscilador variable lentamente y teniendo a la vista el indicador de salida, observaremos que el valor máximo de la indicación se mantiene entre dos frecuencias algo diferentes. El valor de la F.I. corresponderá a la media de las mismas, o sea la correspondiente a la parte central del máximo.

Las F.I. más utilizadas son las de 465 Kc., 450 Kc. y 260 Kc.

Al realizar esta prueba debe eliminarse

el oscilador local uniendo las placas fijas del condensador variable del mismo a masa mediante un puente metálico.

Conocido el valor de la F.I. ajustaremos el oscilador variable a esta frecuencia regulando el potenciómetro de salida para que se oiga en el altavoz débilmente, la nota correspondiente a la frecuencia moduladora y se produzca una desviación de la aguja del comprobador universal utilizado como voltímetro en la escala de 300 V. La conexión del oscilador y del medidor de salida se hará como se indica en la fig. XIII-8.

La conexión entre el terminal de salida del oscilador variable y la rejilla de mando de la lámpara conversora se realizará por medio de un conductor blindado, cuya pantalla se une al chasis para establecer el contacto con masa. En serie con el conductor de salida se intercala un condensador (C_1) de 0,1 µF. Como sabemos el terminal 2 soporte de la ECH81 es el que corresponde al terminal de rejilla de la misma, con el que hemos de unir la salida del oscilador.

El comprobador de salida, que en este caso es un comprobador universal, se conecta como voltímetro, y su terminal positivo se conecta al terminal 7 de la lámpara EL84 a través de un condensador (C_2) de 1 µF.

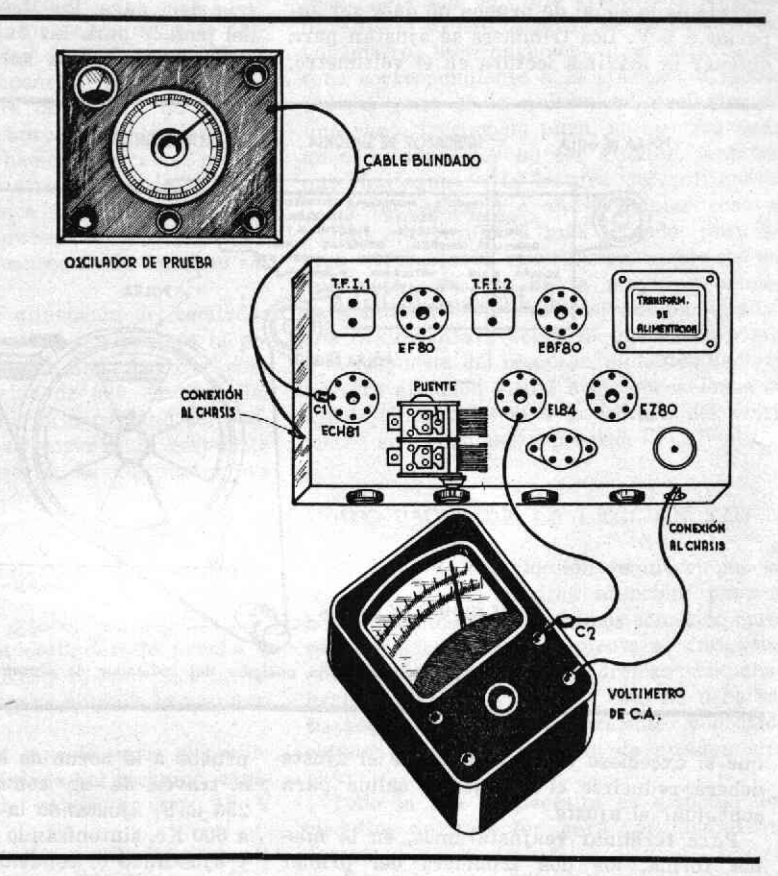


Fig. XIII-8. — Conexión del oscilador de prueba y del medidor de salida para el ajuste de los circuitos de F.I.

Iniciaremos el ajuste por uno de los dos trimmers del segundo transformador de F.I. hasta que se oiga la nota con la mayor intensidad posible y disminuiremos la salida del oscilador hasta que la audición sea tan débil como al principio de la prueba.

Después se ajusta el otro trimmer hasta que se oiga el tono con la máxima intensidad.

Se repiten estas operaciones para el ajuste de los dos trimmers del primer transformador de F.I., reduciendo la salida del oscilador y ajustando los trimmers hasta obtener el máximo volumen de la audición de la frecuencia moduladora de la salida del oscilador.

A continuación afinaremos el ajuste realizado comenzando por uno de los trimmers del segundo transformador de F.I. utilizando la escala de 50 V del voltímetro de C.A. conectado a la salida de la lámpara final. El voltaje de la señal de prueba no debe ser superior a 5 V. Los trimmers se ajustan para obtener la máxima lectura en el voltímetro, que si excediese de 30 V durante el ajuste deberá reducirse el voltaje de salida para continuar el ajuste.

Para terminar reajustaremos, en la misma forma, los dos trimmers del primer transformador de F.I. con lo que quedará terminada la alineación de esta parte del receptor y por tanto deberemos eliminar el puente que cortocircuitaba el condensador variable del oscilador.

Alineación del oscilador local

Como operación previa realizaremos un ajuste de la coincidencia del indicador de sintonía con la última división de la escala con el extremo de la misma, correspondiente a las frecuencias más bajas, cuando las placas móviles del condensador tándem estén completamente en el interior de las fijas, posición que corresponde a la máxima capacidad.

Esto puede conseguirse mediante el ajuste del sistema de arrastre de la aguja indicadora de sintonía, representado en la figura XIII-9.

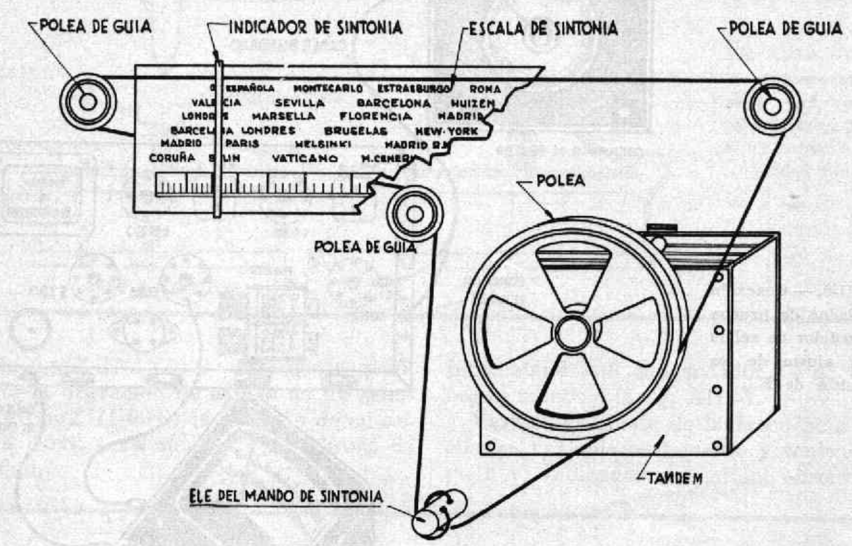


Fig. XIII-9. — Ajuste de la posición del indicador de sintonía.

El oscilador tiene dos ajustes: el del *trimmer* para las frecuencias altas y el del *padder* para las bajas (600 Kc.).

Conectaremos la salida del oscilador de prueba a la borna de la antena del receptor a través de un condensador de mica de 250 μμF, ajustando la frecuencia de prueba a 600 Kc. sintonizando el receptor en 600 Kc. y ajustando el condensador "padder" hasta conseguir la máxima indicación en el voltímetro conectado como se indicó anteriormente, en el circuito de placa de la lámpara final.

Seguidamente sintonizaremos el receptor en un punto correspondiente al extremo de las frecuencias altas de la escala de sintonía y ajustaremos la frecuencia de prueba al mismo valor que la del receptor.

Ajustaremos ahora el trimmer de la sección del condensador correspondiente al oscilador, hasta obtener el máximo de la lectura del voltímetro.

Para conseguirlo se aflojará el tornillo de ajuste, apretándolo lentamente hasta que se escuche la nota correspondiente a la frecuencia de prueba en el altavoz. Se reduce la salida del oscilador, retocando el ajuste

del trimmer hasta conseguir la máxima lectura en el voltímetro. Se repite esta operación hasta conseguir que cualquier variación en la capacidad del trimmer en uno u otro sentido, por pequeña que sea haga disminuir la lectura del voltímetro.

Cuando en el receptor exista un paso preselector o amplificador de R.F. antes del de conversión de frecuencia, tendremos que ajustar los trimmers de R.F. y de antena para lo cual sintonizaremos el oscilador de prueba a 1.400 Kc. haciendo girar el mando de sintonía a uno y otro lado de la graduación correspondiente a 1.400 Kc. ajustando mediante tanteos sucesivos los trimmers mencionados hasta conseguir la máxima salida en el receptor.

Para terminar la alineación del oscilador sólo nos falta determinar por tanteos la posición del condensador de sintonía correspondiente a la graduación de 600 Kc. del dial de sintonía, ajustando la capacidad del *padder*, para que en esa posición la respuesta traducida en la batería del voltímetro sea máxima.

Ajuste del condensador de sintonía para 600 Kc

Sintonizaremos el oscilador de prueba y el receptor en 600 Kc. y ajustaremos la capacidad del *padder* para obtener la respuesta máxima.

Para esta prueba conectaremos el oscilador al terminal de antena del receptor, ajustando el voltaje de salida a unos 15 V aproximadamente.

A continuación modificaremos ligeramente la sintonía del receptor a 605 Kc. por ejemplo, sin variar la del oscilador, ajustando nuevamente el *padder* para obtener la respuesta máxima manteniendo fijo el voltaje de salida del oscilador.

Si no se consigue que aumente la lectura del voltímetro, sintonizaremos el receptor a una frecuencia algo menor de 600 Kc. a 595 Kc. por ejemplo, reajustando el *padder* para obtener la salida máxima en el receptor.

Si la lectura en el voltímetro es superior a la obtenida anteriormente, siempre que la salida del oscilador no haya variado, se reajustarán el condensador de sintonía y el *padder* alternativamente, hasta obtener la lectura máxima. Finalmente, comprobaremos el ajuste del *trimmer* del oscilador para obtener la respuesta máxima a la frecuencia de 1.500 Kc. que corresponde al extremo de frecuencias altas de la banda de O.M.

Debemos tener en cuenta el siguiente detalle: Si la salida del oscilador de prueba está modulada por una frecuencia audible, durante el ajuste, además de la lectura del voltímetro, escucharemos en el altavoz un tono correspondiente a la frecuencia moduladora, pero si la salida del oscilador es una radio frecuencia pura, no oiremos nada en el altavoz, por no ser audible, teniendo que limitarnos a la lectura del voltímetro.

Es indudable que en el primer caso el ajuste nos resultará más cómodo, pues no será necesaria la observación constante del voltímetro, ya que en la mayor o menor intensidad del tono suministrado por el altavoz nos orientará sobre la que corresponde a la respuesta del receptor, pudiendo dedicar nuestra atención visual a las operaciones de ajuste, limitándonos a la lectura del voltímetro en el momento preciso.

RESUMEN DE LA LECCIÓN XIII

El tema de esta lección requiere, por su importancia, la máxima atención, pues si bien es cierto que si no hemos cometido errores que afecten sensiblemente al funcionamiento del receptor, podremos escuchar gran número de emisoras, esto no debe satisfacernos ya que, seguramente, podremos obtener mejor rendimiento de nuestro trabajo.

Todo lo que se necesita es disponer los circuitos del receptor para funcionamiento óptimo.

¿Cómo conseguiremos este resultado? Sencillamente, mediante los ajustes de las tensiones de alimentación de las lámparas y de los circuitos sintonizados del receptor.

Para el de las tensiones nos serviremos de las indicaciones suministradas en el esquema del receptor o en la información correspondiente al mismo. El único aparato necesario para estas medidas es un voltímetro de corriente continua de gran resistencia interior, unos 1.000 ohmios por voltio como mínimo. A este propósito nos será muy útil un comprobador universal empleado como voltímetro, ya que la posibilidad de disponer de varias escalas nos permitirá utilizar en cada medida la más adecuada. Para medida de las tensiones de entrada y salida del filtro, placas y rejillas pantallas de las lámparas

resultan adecuadas las escalas de 300 y 150 V. Para las de cátodo y polarización de rejillas de mando las de menor alcance, de acuerdo con las tensiones indicadas en el esquema de la fig. XIII-1, encerradas en pequeños circulitos.

La operación denominada alineación del receptor, consiste en los ajustes de la sintonía de los circuitos de F.I. y de R.F. La de los primeros es fija y la de los segundos variable.

Para el ajuste de ambas, debemos recordar que la tensión de salida del paso final es tanto mayor, a igualdad de voltaje de la señal de entrada, cuanto más perfecta es la sintonía de los circuitos mencionados.

El aparato que nos puede servir para apreciar la salida del receptor es el voltímetro de corriente alterna siendo corriente el empleo del comprobador universal como voltímetro de alta resistencia.

También podrá utilizarse a este propósito el altavoz ya que la intensidad del sonido producido por el mismo está relacionada con el buen ajuste del receptor. Se comprende fácilmente que la comprobación auditiva no puede ofrecernos las garantías de las de tipo visual, cómo es la lectura sobre la escala del voltímetro, por lo que solamente recurriremos a este procedimiento en casos de absoluta necesidad.

La alineación de la parte de R.F. tiene por objeto, no solamente conseguir la perfecta sintonía del circuito de entrada sino también el mantener constante la diferencia de las frecuencias de sintonía entre los circuitos de entrada y del oscilador local; esta diferencia fija es, como sabemos, el valor de la F.I. que suele ser del orden de 465 Kc.

El tercer objeto de la alineación del receptor es la coincidencia de la sintonía del receptor con las indicaciones de la escala de sintonía del mismo.

Como es fácil suponer, es necesario que al circuito de entrada del receptor se haga llegar una oscilación de la frecuencia del circuito que tratamos de sintonizar. Aun cuando, en un caso extremo, podamos servirnos de emisoras de frecuencia conocida, resulta mucho más cómodo el trabajo cuando se emplea un oscilador variable, capaz de suministrar una oscilación de frecuencias comprendidas en los márgenes de frecuencias de sintonía del receptor.

En resumen, las operaciones de ajuste y alineación del receptor, son las que se indican a continuación:

Ajuste de los transformadores de frecuencia intermedia, que consiste en el de los trimmers o núcleos magnéticos de los mismos, comenzando por el correspondiente al secundario del segundo transformador de F.I. y siguiendo ordenadamente hasta llegar al primario del primer transformador de F.I., tratando de conseguir en todos estos ajustes parciales la desviación máxima del voltímetro conectado al circuito de placa del paso final.

Estos ajustes deberán repetirse en el mismo orden.

El oscilador variable se sintonizará a 465 Kc. suponiendo que éste sea el valor de la F.I. o el que corresponda en cada caso, conectando el conductor de salida del mismo a la rejilla de mando de la lámpara conversora.

Cortocircuítese el condensador de sintonía del oscilador.

Ajuste el oscilador para mantener constante el valor de la F.I. y hacer coincidir la sintonía del receptor con las indicaciones del dial, procediendo según se indica seguidamente.

Conexión de la salida al terminal de "Antena" del receptor a través de un condensador de 250 $\mu\mu$F.

Sintonícese el receptor a la frecuencia de 600 Kc. y ajústese el "padder" para obtener la salida máxima o sea la máxima lectura en el voltímetro.

Ajuste del circuito de entrada y sintonía

A continuación se sintonizan el oscilador y el receptor a 1.500 Kc. y se ajusta el "trimmer" del oscilador hasta obtener la lectura máxima en el voltímetro.

Seguidamente se ajusta la salida del oscilador a 1.400 Kc. y se sintoniza el receptor para la máxima salida afinando el ajuste con los trimmers de R.F. y del circuito oscilante de entrada, conectado a la rejilla de la conversora.

Seguidamente se retoca el ajuste del oscilador, procediendo como se indica a continuación:

Sintonícese el oscilador a 600 Kc. y varíese ligeramente la sintonía del receptor por encima y por debajo de esta frecuencia, ajustando el "padder" para obtenerse el máximo voltaje de salida.

Sintonícese después el oscilador a 1.500 Kc. y se ajusta el "trimmer" del oscilador hasta obtener la máxima lectura en el voltaje. Debe comprobarse si el ajuste del "padder" correspondiente a la prueba anterior ha modificado el ajuste anteriormente hecho a esta frecuencia; de ser así debe reajustarse el "padder" a la frecuencia de 600 Kc.

Y de esta forma habremos conseguido el ajuste completo del receptor, lo que nos permitirá obtener el máximo de su rendimiento, desde los puntos de vista de sensibilidad, selectividad y calidad de audición.

LECCIÓN XIV

RECEPTORES PARA ALIMENTACIÓN UNIVERSAL Y DE BATERÍAS

Receptor para alimentación universal

Se denominan así los receptores cuyo circuito de alimentación está diseñado para funcionar tanto con corriente alterna como con corriente continua, lo que permite su utilización en cualquier localidad, independientemente de las características de la red industrial.

Sus dos principales características son:

a) No disponen de transformador de alimentación.

b) El rectificador es de media onda, ya que no utiliza mas que un semiperíodo de la corriente alterna.

La unidad de alimentación puede utilizar una lámpara rectificadora o una biplaca en cuyos casos se realizarán las conexiones de sus electrodos en la forma indicada en las figuras XIV-1 (A) y XIV-1 (B) respectivamente. En este segundo caso se conectan entre sí tanto las dos placas como los dos cátodos.

Cuando se alimenta el receptor con corriente alterna el funcionamiento de la rectificadora nos es ya conocido. La conexión de los dos conductores de la red es indiferente.

Cuando se alimenta con corriente continua la rectificadora funciona como una resistencia relativamente baja, pero hay que tener la precaución de conectar el polo positivo de la red a la placa de la rectificadora y el negativo al hilo de masa a través del interruptor de encendido. De no hacerlo así no funcionará el receptor aunque se enciendan las lámparas. Si ocurre esto, transcurridos 30 ó 40 segundos de encendido el receptor, debe invertirse la posición de la clavija de toma de corriente.

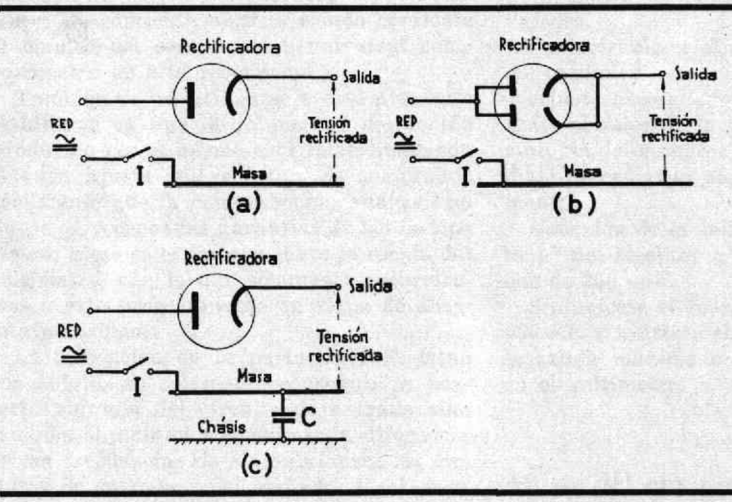


Fig. XIV-1. — Conexión de los electrodos de la rectificadora: (*a*) Cuando se utiliza una lámpara monoplaca; (*b*) Caso de utilizar una rectificadora biplaca; (*c*) La conexión entre el conductor de toma de masa y el chasis debe establecerse a través de un condensador C.

Debemos hacer una observación importante: En casi todas las redes industriales está conectado a tierra uno de sus hilos y como en cierta posición de la clavija de toma de corriente puede estar el chasis, al que queda conectado uno de los hilos de la red, a una cierta tensión con relación a tierra, cualquier contacto con el chasis puede ser peligroso para el que maneja el receptor. Para evitar este inconveniente utilizar en el montaje del receptor un conductor de masa ais-

lado del chasis o unido a éste a través de un condensador (c) tubular de 0,1 µF, en la forma indicada esquemáticamente en la figura XIV-1 (C).

Lámparas utilizadas en estos receptores

LÁMPARA RECTIFICADORA. — Es de calefacción indirecta, que como es sabido, el cátodo está aislado del filamento, que es el elemento calefactor del cátodo.

Cuando la rectificadora es biplaca suele disponer de dos cátodos independientes.

La tensión de alimentación del filamento de la rectificadora es del orden de los 25 a 40 V.

La resistencia del filamento en frío varía entre 15 y 35 Ω aumentando considerablemente cuando se ha calentado totalmente.

LÁMPARAS DEL RECEPTOR. — Lo mismo que la rectificadora son de caldeo indirecto.

Al contrario de lo que ocurre en los receptores para corriente alterna, en que los filamentos están alimentados por un secundario que suministra el voltaje de calefacción de uno de los filamentos y una intensidad que es la suma de la consumida por todos ellos, ya que están alimentados *en paralelo*, en los receptores universales todos los filamentos, incluido el de la rectificadora y de la lamparita piloto, están alimentados *en serie* en un circuito que denominamos circuito de filamento.

La tensión aplicada a este circuito es la de la red. Los voltajes de alimentación de los filamentos pueden ser y lo son en general, diferentes, pero por tratarse de un circuito en serie, es necesario que el consumo de todos los filamentos sea el mismo.

Si así no fuera, sería necesario derivar alguna resistencia para permitir el paso del exceso de corriente entre la que circula por el circuito de filamento y la necesaria para algún filamento particular, de menor consumo de corriente.

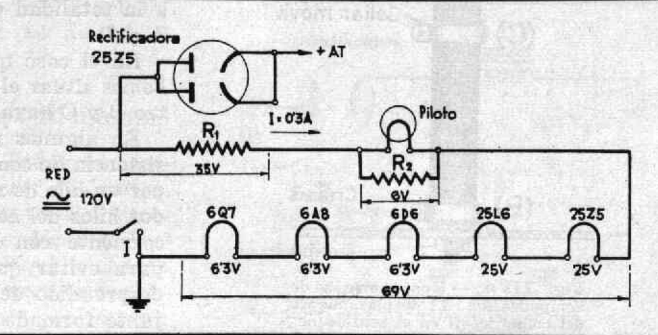


Fig. XIV-2. — Circuito de filamentos de un receptor para ambas corrientes.

Resistencia de compensación

Suponiendo que el consumo de todos los filamentos sea el mismo y que se trate de un receptor equipado con las lámparas de caldeo indirecto, tipo americano, 6A8, 6D6, 6Q7, 25L6 y 25Z5 en que el voltaje de calefacción de las tres primeras es de 6,3 V y el de las dos segundas de 25 V y la intensidad de la corriente de calefacción de 0,3 A (300 mA).

Supongamos también que el receptor esté equipado con una lámpara piloto de 6 V y 0,1 A. El circuito de calefacción de filamentos se establecerá en serie en la forma representada en la fig. XIV-2.

Como vemos, la suma de los voltajes consumidos por las cinco lámparas es de 69 V, que sumados a los 6 V consumidos por la lamparita piloto, hacen un total de 75 V. Como el voltaje de la red es de 120 V, habrá que consumir la diferencia, que es de $120 - 75 = 45$ V, a través de la resistencia R_1, que se conoce con el nombre de *resistencia de compensación.*

Como es conocida la intensidad de la corriente que ha de circular por esta resistencia, será fácil determinar su valor en ohmios aplicando la fórmula.

$$R \text{ (ohmios)} = \frac{\text{Voltaje de la red} - \text{Voltaje consumido por filamentos (Voltios)}}{\text{Corriente de filamentos (Amperios)}}$$

y en nuestro caso

$$R = \frac{120 - 75}{0,3} = 150 \ \Omega$$

La disipación de calor, en vatios, producida por esta resistencia será $R \cdot I^2 = 150 \times$

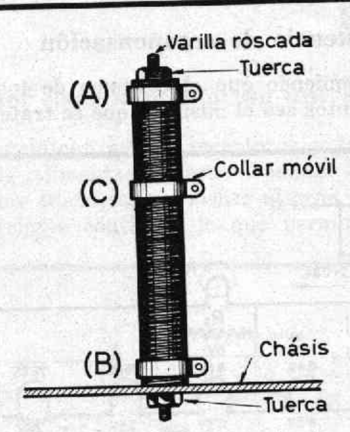


Fig. XIV-3. — Resistencia de compensación. El desplazamiento del collar móvil en el sentido necesario permite ajustar el valor de la resistencia.

$\times\ 0,3^2 = 13,5$ vatios y deberá ser, por tanto, de hilo devanado.

En el comercio encontraremos resistencias de este tipo, cuyo hilo está devanado sobre un cilindro de cerámica, provisto de dos terminales en los extremos A y B y un collar móvil intermedio B que permite ajustar el valor de la resistencia al necesario para producir el consumo de voltaje preciso, según se muestra en la fig. XIV-3.

Su fijación al chasis se hace con la ayuda de una varilla roscada que atraviesa por el interior del tubo de cerámica al que se sujeta, por la parte superior, por medio de una arandela y una tuerca y por la inferior por medio del chasis y otra tuerca. Su posición es, en general, vertical que además de permitir una ventilación más fácil, aleja la resistencia de los restantes elementos del receptor que pudieran ser afectados por el calor radiado por la misma.

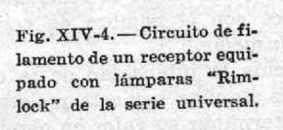
Hay que notar que el terminal inferior no hace contacto con el chasis, del que debe quedar aislada la resistencia. El valor total de ésta suele ser de unos 200 Ω que corresponde a la totalidad del devanado, es decir, entre A y B.

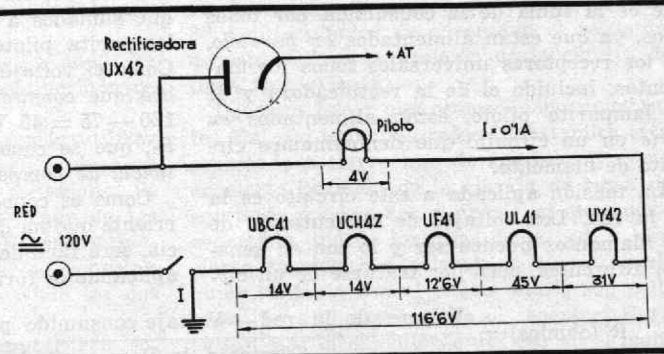
En el caso que estamos considerando debemos situar el collar móvil, C, para que entre B y C haya una resistencia de 150 Ω.

En algunos receptores universales, la resistencia de compensación estaba constituida por un hilo de resistencia arrollado sobre los dos hilos del cordón del enchufe de toma de corriente con una protección de amianto, para evitar que se quemasen por el calor desprendido del hilo de resistencia. El conjunto formado por los dos conductores y el hilo de resistencia estaba recubierto por el forro del cordón.

Lámpara de alto voltaje de filamento

La información anterior se refiere a receptores de tipo antiguo. Los más modernos están equipados con lámparas exclusivamente diseñadas para receptores universales en las que el voltaje de caldeo de los filamentos es tal que el conjunto de los correspondientes al juego de cinco lámparas, que es el necesario para el receptor universal clásico, al que se puede añadir una o dos lámparas pi-


Fig. XIV-4. — Circuito de filamento de un receptor equipado con lámparas "Rimlock" de la serie universal.



loto, consume en su circuito de filamentos la totalidad del voltaje de la red, por lo que no es necesaria la resistencia de compensación, evitando el inconveniente del calor radiado por la misma.

El aumento de voltaje de filamento ha permitido reducir la intensidad de la corriente de alimentación de los filamentos a una tercera parte, pues ha pasado de 0,3 A a 0,1 A, lo que representa una considerable economía en el consumo del receptor.

En la fig. XIV-4 se representa el circuito de alimentación de un receptor equipado con las lámparas UCH42, UF41, UBC41, UL41 y UY42 de la Serie Universal "Rimlock" cuyo consumo en filamento es de 0,1 A (100 mA).

Orden de conexión de los filamentos

Aun cuando, en teoría, el orden de conexión de los filamentos puede ser cualquiera, en la práctica se tiene en cuenta la diferencia de tensión existente entre el cátodo y el filamento de cada lámpara, ya que la cadena de filamentos constituye un circuito con diferente potencial en cada punto del mismo, por lo que hay que considerar el aislamiento entre estos dos electrodos.

Por otra parte y a fin de reducir al mínimo la diferencia de potencial alterno entre masa y filamento de la preamplificadora de B.F. se sigue el siguiente orden de conexión, que es el adoptado en las figuras XIV-2 y 4.

Entrada de la red — resistencia R_1 (en la figura XIV-2 solamente) — lamparita piloto — lámpara rectificadora (UY42 ó 2525) — amplificadora final de B.F. (UL41 ó 25L6) — amplificadora de F.I. (UF41 ó 6D6) — conversora de frecuencia (UCH42 ó 6A8) — detectora preamplificadora de B.F. (UBC41 ó 6Q7) — masa.

La conexión de la lamparita piloto al principio de la serie, obedece a la posibilidad de que funcione como fusible protector de los filamentos de las lámparas.

En efecto, como se indicó anteriormente, los filamentos tienen una resistencia en frío mucho menor que en caliente. Esto tiene como consecuencia que, en el momento de encender el aparato, la intensidad de la corriente que circula por la serie de filamentos es muy superior a la normal, de 100 mA, y esto se observa fácilmente si nos fijamos en que el brillo de la lamparita piloto, es, en el momento del encendido mucho mayor que el normal.

En estas condiciones, si la corriente es excesiva se fundirá la lamparita piloto, quedando interrumpido el circuito de los filamentos y librándose las lámparas del riesgo seguro de fusión de sus filamentos, avería bastante cara, a costa de la sustitución de la lamparita piloto, que sólo vale 2 ó 3 ptas.

Filtro de la corriente rectificada

El filtro montado a la salida de la válvula rectificadora en los receptores universales

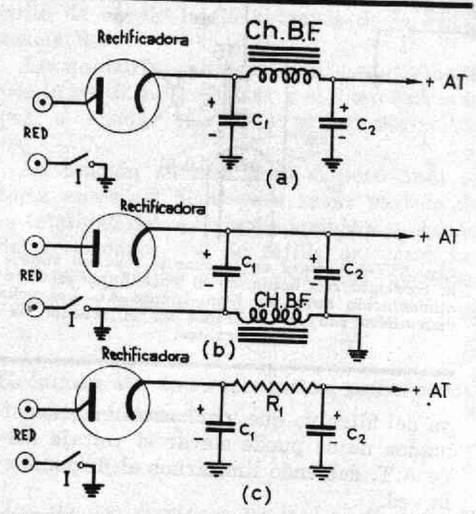


Fig. XIV-5. — Diferentes tipos de filtros para receptores universales: (*a*) Filtraje por el positivo; (*b*) Filtraje por el negativo; (*c*) Este tipo de filtro utiliza una resistencia R en lugar de la bobina de choque Ch.B.F.

está formado por los mismos elementos que el que nos es conocido por haberlo utilizado en el receptor de corriente alterna: inductancias y condensadores electrolíticos pudiendo adoptarse los esquemas de la figura XIV-5.

El representado en (a), denominado filtraje por el "positivo" y en (b) por el "negativo" según que la inductancia en serie esté intercalada en el polo positivo o el negativo del rectificador, estando muy extendido el empleo de resistencias en lugar de la bobina de choque (Ch.B.F.) según se puede ver en el esquema de la fig. XIV-5 (c) lo que se traduce en una economía en la construcción del receptor.

Los condensadores C_1 y C_2 son electro-

líticos y tienen una capacidad de 50 µF siendo la tensión de trabajo de 150 a 200 V ya que la tensión rectificada no excede casi nunca de 120 a 130 V.

El objeto de la gran capacidad de estos condensadores es elevar el voltaje a la salida del filtro ya que, por carecer de transformador no se puede elevar el voltaje del + de A.T. debiendo limitarnos al disponible en la red.

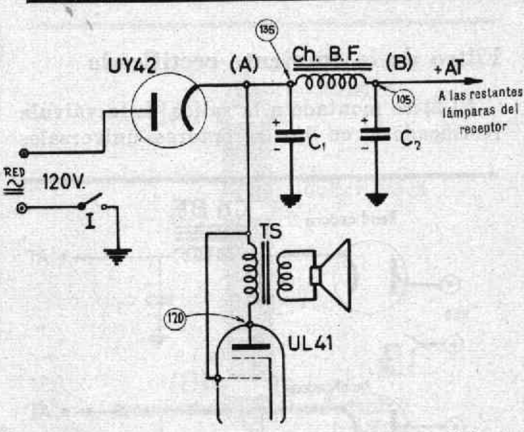


Fig. XIV-6. — Para aprovechar el máximo voltaje de la corriente rectificada en el paso final, se toma su alimentación antes del filtro (punto A). Los voltajes disponibles son los indicados en el interior de los circulitos.

Las lámparas utilizadas en los receptores universales han sido diseñadas para trabajar con voltajes de placa y rejilla pantalla mucho menores que los corrientes en las de los receptores de alterna.

No obstante nos conviene que las tensiones aplicadas a estos electrodos sean lo más elevadas posible, especialmente en el paso amplificador final de B.F.

Como la intensidad de placa del paso final es del orden de los 50 mA la tensión disponible experimentaría una caída muy apreciable a través de la bobina de choque o resistencia serie del filtro.

Para evitarlo, se suele tomar la A.T. para placa y rejilla pantalla del paso final antes del filtro (punto A) y a la salida del filtro (punto B) para las restantes lámparas del receptor, según se muestra en la figura XIV-6.

Aun cuando la suma de las corrientes anódicas de estas lámparas es menor que la del paso final, se procura emplear bobinas de resistencia reducida (150 a 200 Ω) para limitar cuanto sea posible la caída de tensión a través del filtro.

Estas son, en términos generales, las diferencias esenciales entre las características de los receptores universales y la de corriente alterna, consecuencia de las diferentes características de su alimentación.

Por lo demás los circuitos de unos y otros son similares, según vamos a ver en la información que sigue, referente al montaje de un receptor típico, para alimentación con ambas corrientes.

Cuando el altavoz utilizado no es de imán permanente, necesitando ser alimentada la bobina creadora del campo magnético (excitación del altavoz) se puede emplear uno de los circuitos de la fig. XIV-7.

La lámpara rectificadora, 25Z5, es biplaca, con dos cátodos independientes y pueden utilizarse los dos diodos montados en paralelo, mediante la unión de las placas y los cátodos, según aparece en (a) o bien dejando la conexión de las placas y utilizando uno de los cátodos para la alimentación de la bobina de excitación del altavoz y el otro para el suministro del + A.T. para la alimentación de las placas y rejillas pantallas de las lámparas del receptor.

Los condensadores C_1, C_2 y C_3 son electrolíticos y su capacidad del orden de 50 µF, según se ha indicado anteriormente.

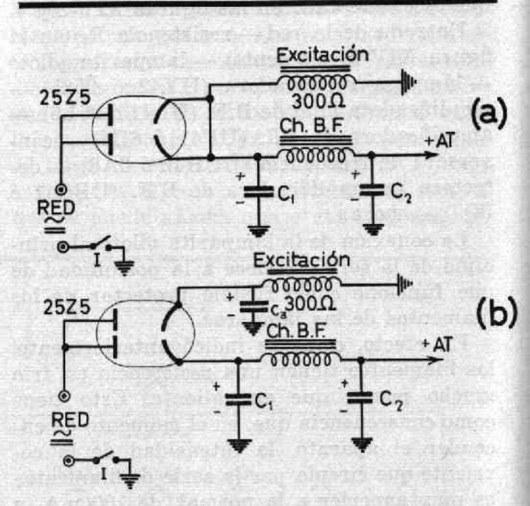


Fig. XIV-7. — Alimentación de la bobina de excitación del altavoz: (*a*) En derivación con el circuito general de + A.T.; (*b*) Independientemente de éste.

MONTAJE DE UN RECEPTOR PARA ALIMENTACIÓN UNIVERSAL

Circuito del receptor

Como puede apreciarse en la fig. XIV-8 que muestra el esquema del receptor para ambas corrientes, se trata de un circuito generalmente adoptado en esta clase de receptores.

Es un superheterodino típico de cinco lámparas, incluida la rectificadora.

Se han equipado las lámparas UCH81, UF89, UBC81, UL84 del tipo "Noval" y la UY41 "Rimlock".

El receptor ha sido diseñado para las bandas de O.M. (520 a 1.680 Kc.) y O.C. (5,9 a 19,5 Mc.).

El primer paso de conversión de frecuencia está equipado con un triodo-héptodo UCH81, en la que se unen las rejillas moduladora del héptodo y la del triodo para la mezcla de frecuencias de la señal captada por la antena y la del oscilador. Esta unión se realiza uniendo los terminales 7 y 9 del soporte de la UCH81.

Como elemento de acoplo entre el paso conversor y el amplificador de F.I. tenemos el primer transformador de F.I. (T.F.I.1). El amplificador de F.I. está equipado con el pentodo UF89.

La salida de este paso está acoplada a los diodos del doble diodo-triodo UBC81 que trabaja como detector y preamplificador de B.F.

La tensión del C.A.V. así como la señal de frecuencia audible se obtiene en el circuito de carga del detector. La primera se aplica a las rejillas de mando de las lámparas conversoras y amplificadoras de F.I.

La señal de audiofrecuencia, se obtiene en el circuito C_{12}-P_1. El cursor de este último permite regular el nivel de la señal de audiofrecuencia aplicado a la rejilla de la sección triodo de la UBC81, a través del condensador C_{23}.

Los posibles residuos de F.I. después de la detección, tienen paso a masa a través del condensador C_{16}, que ofrece una resistencia muchísimo mayor a las señales de audiofrecuencia que pasan hasta la rejilla de mando del amplificador final.

En derivación con el potenciómetro P_1 de regulación de volumen está el circuito de control de tono formado por el potenciómetro P_2 y el condensador C_{13}, en serie.

El acoplamiento entre el preamplificador y el amplificador final, equipado con un pentodo de potencia, está constituido por el circuito típico, formado por R_9 y C_{17}, con la resistencia de escape de rejilla R_{12}, habiéndose intercalado la resistencia R_{13} con objeto de evitar posibles oscilaciones del amplificador final, equipado con el pentodo amplificador de potencia EL84.

La polarización automática está provista por la caída de tensión a través de la resistencia de cátodo R_{14}, shuntada por el condensador electrolítico C_{18}.

La tensión negativa de regeneración se toma del circuito de placa y se aplica al circuito de acoplo R_9-C_{17} a través de la resistencia R_{11}.

La unidad de alimentación está formada por la rectificadora UY41 y el filtro formado por el choque (Ch.B.F.) y los electrolíticos C_{21}-C_{22}.

La tensión anódica para el paso final se toma antes del filtro para sacar partido de la totalidad del voltaje disponible a la salida del rectificador. La de rejilla así como las de placa y rejilla de las restantes lámparas se toma a la salida del filtro.

Relación de los elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Uno de dos secciones variables, de 410 pF (C_1 y C_2) montados en tándem.
Uno de 560 pF (cerámica) — (C_3).
Tres de 0,05 μF (papel) — (C_4, C_{10} y C_{11}).
Cuatro de 100 pF (cerámica) — (C_5, C_7, C_{14} y C_{15}).
Uno de 47 pF (cerámica) — (C_6).
Uno de 390 pF (cerámica) — (C_8).
Uno de 470 pF (cerámica) — (C_9).
Cuatro de 0,01 μF (C_{12}, C_{17}, C_{20} y C_{23}).
Uno de 220 pF (cerámica) — (C_{16}).
Uno de 50 μF-25 V electrolítico (C_{18}).
Dos de 50 μF 200 V electrolíticos (C_{21} y C_{22}).

Resistencias.

Dos de 10.000 Ω (1/2 vatio) — (R_1 y R_5).
Tres de 1 MΩ (1/2 vatio) — (R_2, R_4 y R_{12}).
Una de 22.000 Ω (1/2 vatio) — (R_3).
Una de 47.000 Ω (1/2 vatio) — (R_6).
Una de 470.000 Ω (1/2 vatio) — (R_7).
Una de 10 MΩ (1/2 vatio) — (R_8).
Una de 220.000 Ω (1/2 vatio) — (R_9).

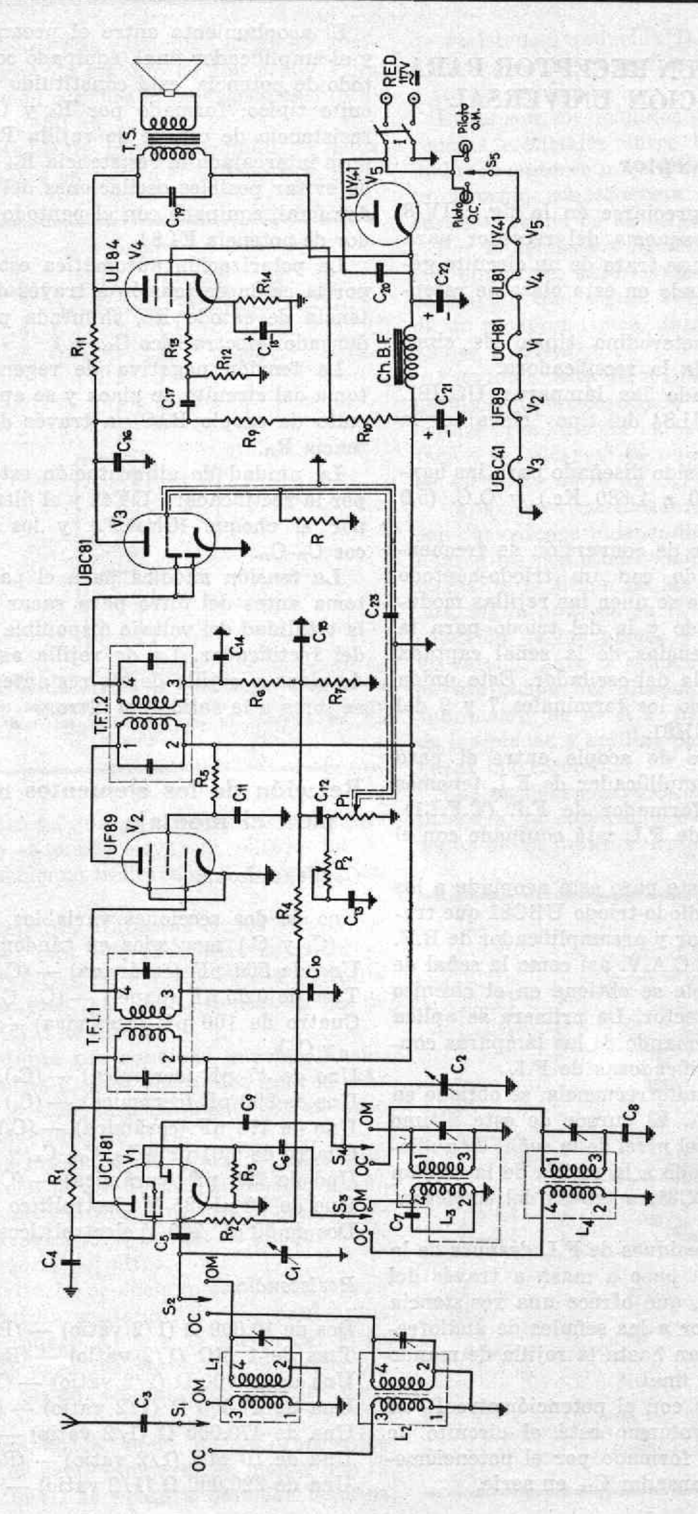


Fig. XIV-8. — Circuito del receptor universal equipado con lámparas Noval.

Una de 4.000 Ω (1/2 vatio) — (R_{10}).
Una de 2 MΩ (1/2 vatio) — (R_{11}).
Una de 1.000 Ω (1/2 vatio) — (R_{13}).
Una de 150 Ω (1 vatio) — (R_{14}).
Dos potenciómetros de 0,5 MΩ (P_1 y P_2).

Varios.

Un chasis metálico de 35 × 20 × 7 cm.
Una lámpara UCH81.
Una lámpara US89.
Una lámpara UBC81.
Una lámpara UL84.
Una lámpara UY41.
Cuatro soportes para lámparas Noval y uno para Rimlock.
Un juego de bobinas para O.M. y O.C.
Dos transformadores de F.I. (T.F.I.1 y T.F.I.2).
Un altavoz de imán permanente de 10 pulgadas.
Un transformador de salida (T.S.). Impedancia del primario: 7.000 Ω.
Una bobina de choque (CH.B.F.) de 10 H, 60 mA, 200 Ω.
Un interruptor bipolar para la corriente de la red (I).
Dos terminales para conexión de "Antena" y "Tierra".
Dos lamparitas piloto de 6 V, 0,1 A.
Dos capuchones para las mismas.
Un conmutador para cambio de ondas.
Cinco mandos para "Conmutador de ondas", "Sintonía", "Tono", "Volumen" e "Interruptor".
Un cordón bipolar terminado en clavija de enchufe para toma de corriente de la red.
Hilo para conexiones, conductor blindado, terminales para tomas de masa, regletas de conexión con tres terminales, tapataladros, tornillería y otros elementos accesorios para el montaje.

Montaje del receptor

En la fig. XIV-9 se da una idea de la distribución de los elementos emplazados en la parte superior del chasis.

Después de algunos ensayos llegaremos a esta u otra disposición semejante, que ajustándose a un orden de acuerdo con el circuito de la fig. XIV-8 nos permita conseguir las conexiones más cortas y el trazado más claro y accesible de las mismas.

De acuerdo con estas normas hemos dispuesto, a partir de la parte izquierda del chasis, el conmutador de ondas, los juegos de bobinas de sintonía y oscilador para las bandas de O.M. y O.C. y la lámpara conversora UCH81 (V_1).

Seguidamente situaremos el tándem C_1-C_2 y el primer transformador de F.I. (T.F.I.1) seguido de las lámparas UF89 y UBC81 entre las que montaremos el segundo transformador de F.I. (T.F.I.2).

Pasando al lado derecho del chasis, montaremos las lámparas amplificadora final, UL84, y la rectificadora UY41, el choque del filtro (CH.B.F.) y los electrolíticos de esta unidad C_{20} y C_{21}.

En la parte anterior y hacia el centro del chasis habrá quedado el espacio necesario para montar el altavoz y transformador T.S. asociado, el control de tono y los capuchones transparentes que cubren las lamparitas piloto indicadoras del funcionamiento del receptor en una de las bandas de O.M. u O.C.

Finalmente montaremos el control de volumen, los potenciómetros de control de volumen, dispositivo de arrastre del indicador y mando de sintonía y el interruptor bipolar intercalado en el circuito de entrada de la red.

Los mandos correspondientes quedarán situados en el frente anterior del chasis en el orden en que se muestra en la fig. XIV-9.

Los filamentos son alimentados en serie en el orden establecido en el circuito del receptor, fig. XIV-8. En el circuito de los filamentos se intercalará alternativamente una u otra de las lamparitas piloto. La puesta en circuito de la que corresponda, según la posición del conmutador de ondas, se establece por medio de una sección del mismo, por lo que la conexión necesaria se realiza automáticamente al variar la posición de este conmutador.

Para la realización del conexionado seguiremos las normas de carácter general consignadas en las instrucciones dadas para el montaje del receptor de corriente alterna en la Lección XIII, referentes a la perfecta ejecución de las soldaduras y contactos de masa.

También cuidaremos del acertado trazado de las conexiones para evitar paralelismos que den lugar a realimentaciones parásitas que tanto perjudican al buen funcionamiento del receptor.

Comprobación y ajuste del receptor

Como en el montaje anterior, la primera operación a realizar, una vez terminado el

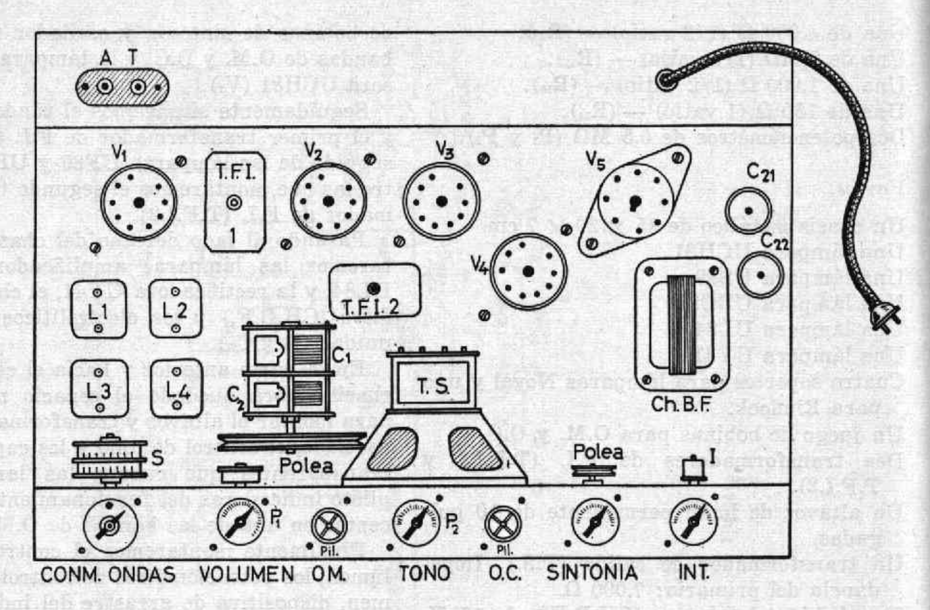


Fig. XIV-9. — Disposición de los elementos en la parte superior del chasis.

actual, es la de proceder a una cuidadosa revisión de todas las conexiones, para rectificar cualquier posible error en las mismas.

Una vez que todo está en orden, conectaremos el receptor a la red y nos dispondremos para su ajuste y alineación, comenzando por la comprobación de las tensiones de los electrodos de las lámparas.

En relación con la alineación, ajustaremos las bobinas de antena para conseguir la máxima salida en tres puntos de la escala de sintonía, correspondientes a las frecuencias de 600 y 1.500 Kc/s. en O.M. y 6,1 y 18,4 Mc/s. en O.C.

La frecuencia intermedia es de 470 Kc/s. Para el correcto ajuste de los transformadores de F.I. es conveniente amortiguar uno de los devanados al ajustar el otro. Para ello, conectaremos una resistencia de 1.500 Ω en paralelo con el devanado que tratamos de amortiguar y ajustaremos el otro arrollamiento, pues de esta forma se evita la influencia de la resonancia del primario sobre el secundario y viceversa, lo que permite obtener una sintonía menos aguda, ensanchando la banda de paso, lo que mejorará la audición ya que se reproducirán en buenas condiciones tanto las frecuencias altas como las bajas.

Para facilitar las conexiones entre los electrodos de las lámparas y los restantes elementos del circuito, hemos representado en la fig. XIV-10 los esquemas de conexiones de los electrodos a los terminales respectivos, de las lámparas utilizadas en el montaje del receptor.

Receptores de baterías

Los receptores portátiles, especialmente diseñados para ser nuestros compañeros inseparables en las excursiones a la playa y al campo, deben reunir las siguientes características:

a) Su alimentación debe ser totalmente independiente de la red industrial ya que, de no ser así, no podrían ser utilizados en parajes en los que no se dispone de esta facilidad. Se ha resuelto el problema mediante la alimentación por baterías de pilas secas.

b) Deben ser de poco tamaño y poco peso. Esta condición requiere el empleo de materiales de reducido volumen, habiéndose fabricado lámparas, resistencias, condensadores, altavoces, etc., tipo miniatura.

c) Su consumo de corriente debe ser muy reducido, con objeto de que el volumen y peso de las baterías sea el menor posible.

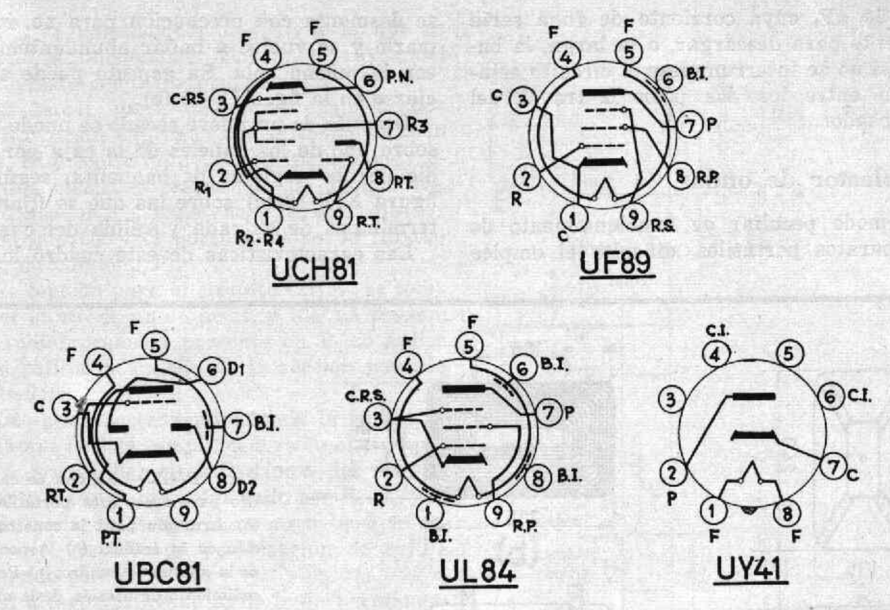


Fig. XIV-10. — Esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas.

Sistemas de alimentación

Las características de las lámparas pueden resumirse en términos generales, así:

FILAMENTOS. — El voltaje de alimentación de los filamentos es del orden de 1,5 V y su consumo de 0,05 A (50 mA).

PLACAS Y REJILLAS PANTALLA. — El voltaje de polarización de las placas y rejillas pantalla varía entre 65 y 90 V y las corrientes anódicas varían entre 3 y 8 mA.

Esto permite utilizar una pila de linterna de tamaño medio (1,5 V) para alimentar todos los filamentos en paralelo y una batería de 67,5 V de las de poca capacidad, que conocemos con la denominación de bloques de pilas secas, para el suministro de A.T.

El voltaje de 67 V debe ser considerado como mínimo, pues cuando se desea obtener un rendimiento satisfactorio del receptor, es muy frecuente tener que utilizar un bloque de 90 V.

Respecto a la duración de las baterías, depende de su calidad. Una buena pila de 1,5 V. debe servir para unas 15 horas de escucha con un receptor normal de cuatro lámparas. En las mismas condiciones, la batería de A.T. debe tener una duración de 30 a 40 horas.

Cuando se trate de un receptor alimentado por baterías, el esquema de alimentación clásico es el mostrado en la fig. XIV-11.

Los filamentos son alimentados en paralelo por medio de la pila de 1,5 V cuyo suministro puede cortarse por medio de una de las secciones de un interruptor bipolar, empleándose la otra para cortar la conexión del polo positivo de la batería de 67,5 V.

Esta precaución es necesaria pues generalmente, el suministro de A.T. está shuntado por un condensador electrolítico (C_1) de

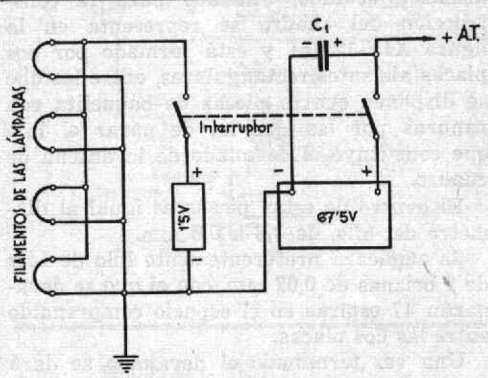


Fig. XIV-11. — Circuito típico de alimentación de un receptor de baterías.

25 a 50 μF, cuya corriente de fuga sería suficiente para descargar, a la larga, la batería si no se interrumpiese el circuito establecido entre los dos polos a través del condensador.

El colector de ondas

El modo peculiar de funcionamiento de los aparatos portátiles, dificulta el empleo de antenas exteriores, que son sustituidas por antenas de cuadro de dimensiones reducidas que se acoplan en el interior de la caja en que está montado el receptor.

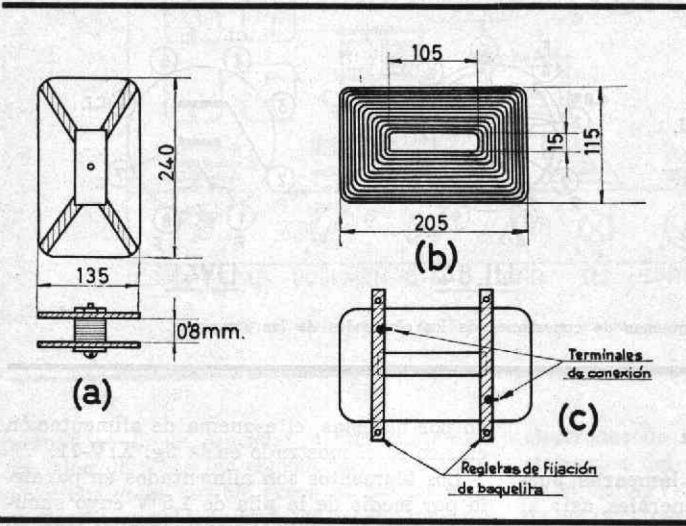


Fig. XIV-12. — Antena de cuadro para receptores portátiles: (*a*) Armazón para la construcción de la antena; (*b*) Aspecto de la antena de cuadro; (*c*) Procedimiento de fijación de la antena en el interior de la caja del receptor.

Su aspecto y dimensiones en milímetros son los que se muestran en la fig. XIV-12. El armazón acotado, utilizado para la construcción del cuadro se representa en la figura XIV-12 (a) y está formado por dos placas aislantes rectangulares, entre las que se disponen cuatro piezas de baquelita con ranuras por las que ha de pasar el hilo que constituye el devanado de la antena de cuadro.

El grueso de estas piezas es igual al diámetro del hilo, de 0,6 a 0,8 mm.

Se empleará preferentemente hilo de Litz de 7 briznas de 0,07 mm. con el que se devanarán 47 espiras en el espacio comprendido entre las dos placas.

Una vez terminado el devanado se dará consistencia al mismo mediante un baño con cola para R.F. aprovechando las hendiduras practicadas en el armazón, se deja secar y se desmonta con precaución para no deformarlo y se vuelve a bañar abundantemente con la misma cola. Su aspecto puede apreciarse en la fig. XIV-12 (b).

Después de un nuevo secado se puede fijar sobre uno de los paneles de la caja por medio de dos regletas de baquelita, según la figura XIV-12 (c) sobre las que se fijan los terminales de entrada y salida del cuadro.

Las características de este cuadro lo hacen adecuado para la recepción de las frecuencias comprendidas en la banda de O.M.

Circuito del receptor

La fig. XIV-13 muestra el circuito de un receptor superheterodino alimentado por baterías y diseñado para la recepción de las bandas de O.M. y O.C.

Se utiliza una antena de cuadro, del tipo descrito anteriormente, como colector de ondas y puede agregarse una antena telescópica, con lo que se aumentará considerablemente la sensibilidad.

En el paso de conversión de frecuencia se utiliza un heptodo 1R5 en el que se utiliza la rejilla pantalla como ánodo del triodo oscilador y la tercera rejilla como moduladora, que recibe la señal de R.F. a través del condensador C_4 y la tensión del C.A.V. a través de la resistencia R_2.

A través del primer transformador de F.I. (T.F.I.1) se aplica la señal de F.I. cuya frecuencia es de 455 Kc/s. a la rejilla del pen-

todo 1T4 amplificador de F.I. a la que se aplica la tensión del C.A.V. a través del secundario del transformador T.F.I.1.

El tercer paso, detector-preamplificador de B.F., está equipado con el diodo-pentodo 1S5. El circuito de detección incluye los elementos clásicos: resistencia de choque R_{12}, condensador C_{12}, resistencia R_8, condensador de acoplo C_{13} y el potenciómetro de regulación de volumen P_1.

La tensión para el circuito C.A.V. se toma en el punto de unión de R_8 y R_{12}. La tensión de audiofrecuencia presente en P_1 se aplica a la rejilla de mando de la sección pentodo de la 1S5.

La salida se transmite hacia la rejilla de la lámpara 3Q4, amplificadora final, se aplica a través del circuito típico del acoplamiento a resistencias formado por R_7-C_{16} y la resistencia de escape R_{10} a cuya base se conecta el circuito de polarización de rejilla formado por R_{11} y C_{17}.

El altavoz utilizado es de imán permanente y de 9 cm. de diámetro. El transformador de salida (T.S.) debe tener una impedancia de 10.000 Ω en el primario.

El suministro de alimentación de las lámparas es provisto por dos baterías, una de 1,5 V para el encendido de los filamentos y otra de 67,5 V para las placas y rejillas pantalla.

El conmutador bipolar I_1 - I_2 corta el circuito de alimentación cuando no está en servicio el receptor.

Relación de elementos necesarios para el montaje

Un chasis metálico de 22 × 9 × 4,5 cm.

Condensadores.

Uno de dos secciones de 450 μμF — (C_1 y C_2) en tándem.
Uno de 250 pF (mica) — (C_3).
Tres de 200 pF (mica) — (C_4, C_6 y C_{14}).
Uno de 50 pF (mica) — (C_5).
Uno de 500 pF — ajustable — (C_7).
Cuatro de 0,1 μF — (C_8, C_9, C_{11} y C_{15}).
Uno de 50 μF — 25 V (electrolítico) — (C_{17}).
Uno de 0,003 μF — (C_{18}).
Uno de 500 μF — 12 V (electrolítico) — (C_{10}).

Resistencias.

Una de 0,1 MΩ — (R_1).
Cuatro de 1 MΩ — (R_2, R_5, R_9 y R_{10}).

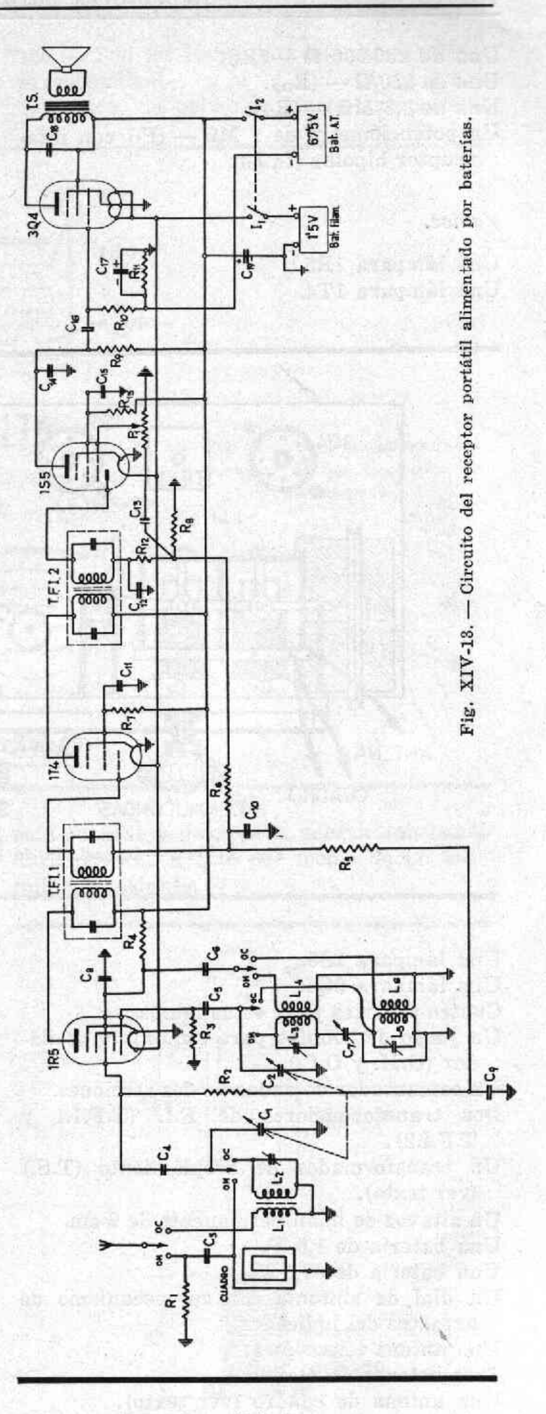


Fig. XIV-13. — Circuito del receptor portátil alimentado por baterías.

Una de 30.000 Ω — (R_3).
Una de 150.000 Ω — (R_4).
Una de 2 MΩ — (R_6).
Dos de 50.000 Ω — (R_7 y R_{12}).

Una de 230.000 Ω — (R_8).
Una de 220 Ω — (R_{11}).
Una de 3,3 MΩ — (R_{13}).
Un potenciómetro de 1 MΩ — (P_1) con interruptor bipolar (I_1, I_2).

Varios.

Una lámpara 1R5.
Una lámpara 1T4.
Una lámpara 1S5.
Una lámpara 3Q4.
Cuatro soportes para estas lámparas.
Un juego de bobinas para sintonía y oscilador (O.M. y O.C.).
Un conmutador de ondas de dos secciones.
Dos transformadores de F.I. (T.F.I.1 y T.F.I.2).
Un transformador de acoplamiento (T.S.) (ver texto).
Un altavoz de imán permanente de 9 cm.
Una batería de 1,5 V.
Una batería de 67,5 V.
Un dial de sintonía con su mecanismo de arrastre del indicador.
Una antena telescópica.
Tres botones de mando.
Una antena de cuadro (ver texto).
Terminales de conexión, hilo aislado con plástico, hilo blindado, soldadura.
Tornillería y otros elementos accesorios para el montaje.

Disposición y montaje de los elementos

En la fig. XIV-14 se da una idea de la disposición de los elementos que han de fijarse en la parte superior del chasis.

Comenzaremos por fijar los soportes de las lámparas y los transformadores de F.I. Continuaremos por el tándem de sintonía y los electrolíticos C_{17} y C_{19} cuya cubierta exterior (polo negativo) se aislará del chasis por medio de una arandela aislante.

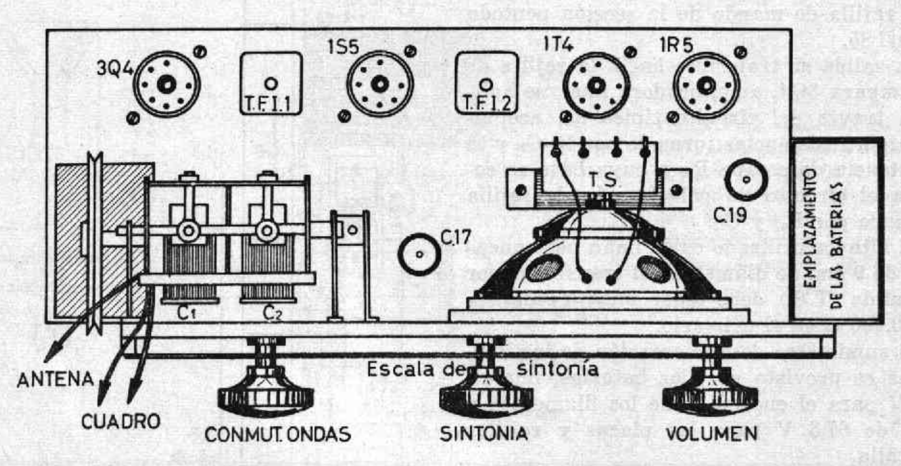


Fig. XIV-14. — Disposición de los elementos fijos sobre el chasis.

En la parte anterior se dispondrán el juego de bobinas y el potenciómetro regulador de volumen (P_1).

El dial de sintonía y el altavoz se fijarán utilizando el procedimiento más adecuado, según el tipo y dimensiones de estos elementos.

A continuación instalaremos el conductor de hilo de cobre, estañado y sin aislamiento, para toma de masa.

Seguidamente cablearemos la línea de alimentación de los filamentos, utilizando conductor aislado, que unirá los terminales 7 de los soportes de las lámparas 1R5, 1T4, 1S5 y los 1 y 7 del de la 3Q4, uniendo el terminal 1 de este soporte a un contacto del interruptor (I_1).

Finalmente se establecerá la línea de suministro del + A.T., realizando las conexio-

nes correspondientes de los restantes elementos de acuerdo con el circuito del receptor, representado en la fig. XIV-13.

TICO. — Son los representados, con las cotas correspondientes en la fig. XIV-16. El núcleo magnético, de polvo de hierro aglomerado,

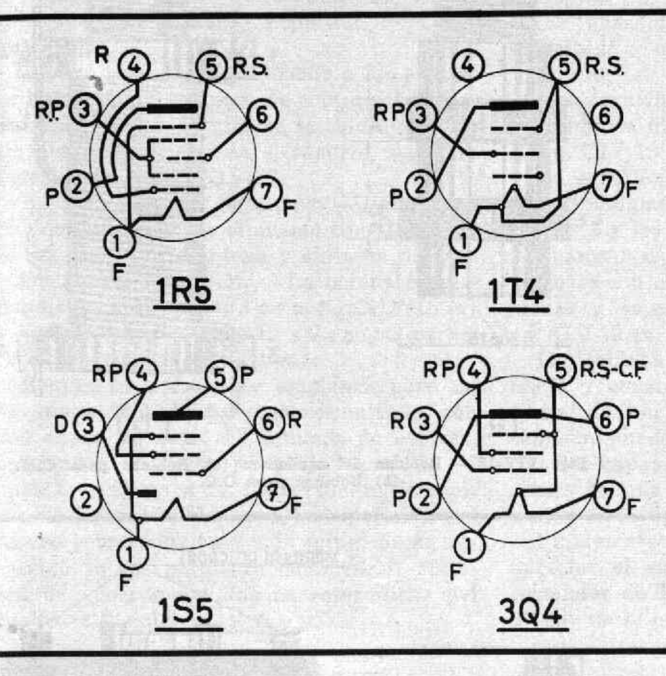


Fig. XIV-15. — Esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas.

está roscado y lleva en la cabeza una hendidura para su ajuste por medio de un atornillador aislante.

Insistimos en las recomendaciones de carácter general hechas en los anteriores montajes que se refieren a la conveniencia de utilizar conexiones lo más cortas posible compatibles con un montaje claro y fácilmente revisable, y un extremado esmero en la realización de las soldaduras.

En la fig. XIV-15 y para evitar errores en las conexiones, aparecen los esquemas correspondientes a los soportes de las lámparas 1R5, 1T4, 1S5, 3Q4 y electrodos de las mismas.

Características de las bobinas y de los transformadores de F. I.

El juego de bobinas y transformadores de F.I. puede adquirirse en el comercio por los que no dispongan de los elementos necesarios para su construcción o no deseen realizar este trabajo.

Para información de los que deseen construirlas por sí mismos, damos a continuación las características de las bobinas y transformadores de F.I.

SOPORTES DE BOBINAS CON NÚCLEO MAGNÉTICO. — Son los representados, con las cotas correspondientes en la fig. XIV-16.

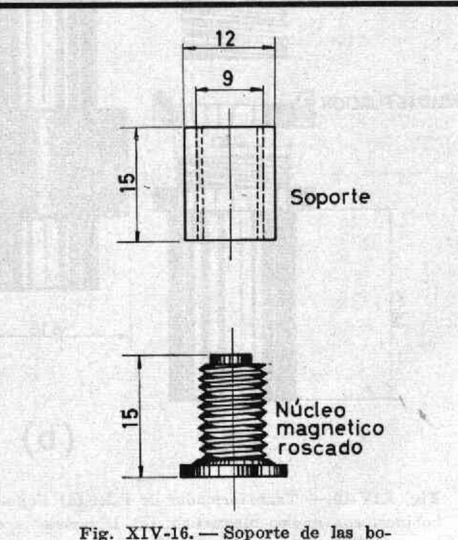


Fig. XIV-16. — Soporte de las bobinas, con núcleo magnético.

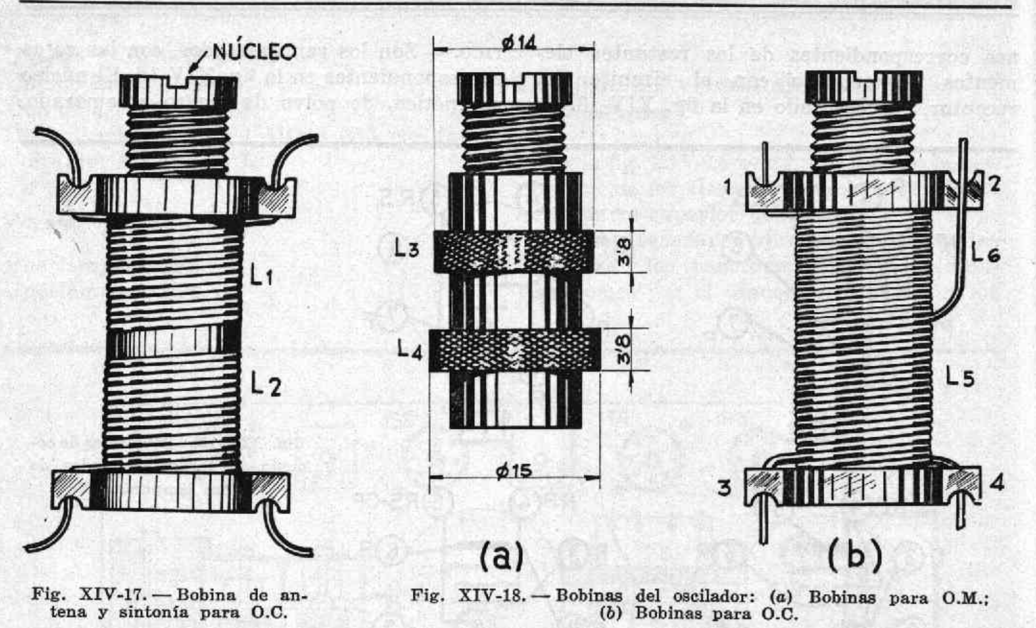


Fig. XIV-17. — Bobina de antena y sintonía para O.C.

Fig. XIV-18. — Bobinas del oscilador: (*a*) Bobinas para O.M.; (*b*) Bobinas para O.C.

NUCLEO MAGNETICO
ANILLO DE FIJACIÓN
ø10
16'5
(a)
9'5
ø15
(b)
VARILLAS ROSCADAS
Placa de baquelita
14
(c)
Placa de baquelita

Fig. XIV-19. — Transformador de F.I.: (*a*) Soporte de las bobinas, con núcleo magnético; (*b*) Dimensiones de la bobina de F.I.; (*c*) Constitución del transformador de F.I.

Bobina de antena y sintonía para O.C. — El primario L_1 estará formado por 7 espiras juntas de hilo esmaltado de 55/100. El secundario L_2 tiene 10 espiras del mismo hilo, también juntas y separado de L_1 de 2 a 3 mm.

Para fijar y dar consistencia a las espiras se bañarán con un poco de cola de R.F. Los extremos de los devanados se soldarán a los terminales provistos en el soporte, según se muestra en la fig. XIV-17.

Bobinas para el oscilador. — Para estas bobinas utilizaremos el mismo tipo de soporte que para la de antena y sintonía de O.C.

Oscilador para O.M. — La bobina correspondiente se representa en la fig. XIV-18 (a) y está formada por las L_3 y L_4 cuyas características son las siguientes:

Bobina L_3 y L_4. — Se empleará para su devanado hilo de 0,2 mm. esmaltado, con dos capas de seda. El número de espiras, devanadas en "nido de abeja" será de 71 para L_3 y 52 para L_4. Este número de espiras se ha calculado para una posición del núcleo correspondiente a la mitad de su recorrido, lo que permitirá modificar la sintonía de acuerdo con las características del cuadro utilizado.

Oscilador para O.C. — Está formado por las bobinas L_5 de sintonía, y L_6 de reacción, cuyas características son:

Bobina L_5. — Está formada por 9 1/2 espiras juntas devanadas con hilo de 0,55 mm. esmaltado y aislado con dos capas de seda.

Bobina L_6. — El devanado de reacción, L_6, estará formado por 7 1/2 espiras de hilo de 0,2 mm. de diámetro, según se muestra en la fig. XIV-18 (b).

La separación entre L_5 y L_6 es de 1 mm. aproximadamente. Los terminales de L_5 son los 2 y 3 y los de la bobina L_6 los 1 y 4.

Transformadores de F.I. — Se utilizarán soportes con núcleo magnético, cuyas dimensiones y aspecto se muestran en la figura XIV-19 (a).

Las bobinas estarán devanadas en nido de abeja y constan de 240 espiras de hilo de "Litz" de 7 briznas de 0,07 mm., aun cuando también puede emplearse hilo de 0,25 mm. con dos capas de seda. El aspecto y dimensiones de una de estas bobinas son los que vemos en la fig. XIV-19 (b).

Finalmente la fig. XIV-19 (c) nos permite apreciar el aspecto del montaje del transformador de F.I. El conjunto será protegido por un blindaje metálico adecuado.

LECCIÓN XV

RECEPTORES MIXTOS «BATERÍAS-RED»

Utilidad de los receptores mixtos

En la primera época de su fabricación, los receptores portátiles eran del tipo descrito en la lección anterior, es decir, alimentados exclusivamente por medio de baterías.

Esta circunstancia obligaba a disponer de dos aparatos distintos; uno para ser utilizado en las excursiones y otro para las audiciones en el domicilio. Es evidente que el portátil puede servir para ambos fines, pero es a costa de un gasto de baterías innecesario, ya que en el hogar podemos disponer de la red y ahorrar baterías.

Estudiada esta situación, surgió la solución ideal, que consiste en los aparatos que pueden ser alimentados tanto por medio de baterías, como por la red de alumbrado. Estos aparatos son conocidos por "Receptores mixtos baterías-red" a los que vamos a dedicar nuestra atención en esta lección.

Sistemas de alimentación

En cuanto se refiere a la alimentación de los filamentos y de placas y rejillas pantalla, así como a los circuitos de conmutación para el cambio de la alimentación existen numerosos procedimientos, frecuentemente muy ingeniosos.

El circuito más frecuente es el representado en la fig. XV-1 en el que se utiliza un rectificador seco (Rect.), para la rectificación de la corriente de la red.

La corriente rectificada, cuando el receptor se alimenta con la corriente alterna de la red, al llegar al punto A se divide en dos partes, una para el suministro de la A.T. de placa y rejillas pantalla y otra para la alimentación del circuito de los filafilamentos.

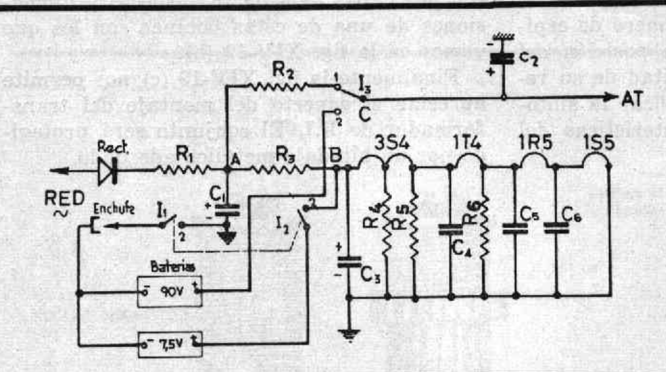


Fig. XV-1. — Circuito clásico de alimentación en un receptor mixto.

Tanto en el caso de que el receptor se alimente por la red (posición 1 de I_3, estando abiertos los I_1 e I_2), el filtrado se hace por medio de resistencias y condensadores electrolíticos.

Las resistencias R_1, R_2 y R_3 tienen por misión, aparte de la de filtrado de R_3, producir las caídas de tensión necesarias para que cuando se utilice el receptor alimentado por la red, el voltaje en los puntos B y C sea exactamente el mismo que cuando se alimenta con baterías, es decir, 90 V y 7,5 V respectivamente ya que las tensiones de alimentación de los filamentos y placas deben ser idénticas en ambos casos.

Obsérvese que en conexión con el circuito de los filamentos encontramos las resistencias de compensación R_4, R_5 y R_6 y los condensadores de desacoplo C_4, C_5 y C_6 cuya finalidad estudiaremos seguidamente.

Los valores típicos de los elementos de la fig. XV-1 son los siguientes:

C_1-C_2 = 50 µF — 150 V (electrolítico).
C_3 = 100 µF — 25 V (electrolítico).
C_4 = 10 µF — 12 V (electrolítico).
C_5 = 0,05 µF (papel).
C_6 = 0,1 µF (papel).
R_1 = 75 Ω (bobinada).
R_2 — R_3 = 2.000 Ω (5 vatios).
R_4 = 15.000 Ω.
R_5 — R_6 1.000 Ω.

Funcionamiento del circuito de filamento

Si tenemos en cuenta que el circuito de placa de cada lámpara se cierra en el negativo del suministro de A.T. a través de su filamento, a poco que recapacitemos, nos daremos cuenta de que las corrientes de placa vienen a sumarse a la corriente de encendido de los filamentos.

Si la corriente de filamento fuese muy superior a la de placa, esto no tendría ninguna importancia, pues el aumento relativo de la intensidad en el circuito de encendido de los filamentos sería despreciable, pero no sucede lo mismo cuando se trata de lámparas especiales para receptores de baterías en que la corriente de filamentos es de 50 mA, como vamos a ver seguidamente.

Nos referimos a la fig. XV-2 en la que se representa el circuito de calefacción de cuatro filamentos montados en serie, en el orden en que se conectan generalmente en los receptores mixtos.

Inmediatamente vemos que la corriente que atraviesa el circuito de filamentos, se aumenta, después de pasar por cada lámpara, por la corriente anódica correspondiente a la misma.

Suponiendo que las corrientes anódicas de las cuatro lámparas sean: 3S4 = 7,2 mA; 1R5 = 4,6 mA; 1T4 = 5 mA y 1S5 = 0,2 mA la corriente de encendido iría aumentando progresivamente en la forma que se indica en la figura a partir del punto A, entrada de filamento de la 3S4 hasta el punto E, salida de filamento de la 1S5, conectado a masa.

En estas condiciones la corriente de filamento en la 1S5 será de 67 mA, es decir, un 30 % superior a la normal, lo que constituye un peligro para su filamento.

La solución para evitarlo es muy sencilla; basta con disponer a la salida de los filamentos, resistencias de compensación R_1, R_2 y R_3 que permitan el paso directo a masa de la corriente de placa de cada lámpara sin que pase a través del filamento siguiente.

El cálculo de estas resistencias es muy sencillo, pues bastará apreciar la diferencia de potencial que debe existir entre los diferentes puntos del circuito (B, C y D) y el polo negativo de la batería y determinar el valor de la resistencia, teniendo en cuenta la intensidad de la corriente que ha de derivarse.

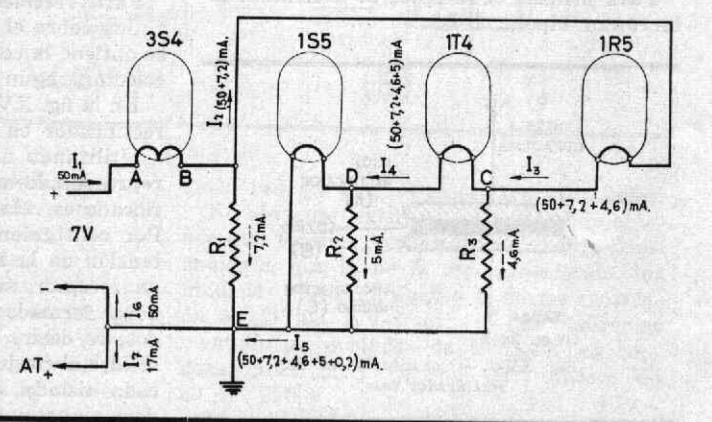


Fig. XV-2. — La corriente de filamento, al ser incrementada por las corrientes de placa, va aumentando desde I_1, que es de 50 mA, hasta I_5, que es de 67 mA.

Por ejemplo, entre B y E debe haber una diferencia de potencial de $7 - 2{,}8 = 4{,}2$ V, ya que el voltaje de la batería de filamentos es de 7 V y la caída de tensión en el filamento de la 3S4 es de 2,8 V.

A través de la resistencia R_1 debemos derivar a masa 7,2 mA, valor de la corriente anódica de la 3S4 y por tanto $R_1 = \frac{4{,}2}{0{,}0072} = 600\ \Omega$ aproximadamente.

Por un razonamiento y cálculo similar deducimos que $R_2 = 300\ \Omega$ y $R_3 = 500\ \Omega$.

Pero debemos recordar que las corrientes de placa son corrientes alternas de B.F. o de R.F., según las lámparas, lo que podría dar lugar a perturbaciones en la audición. Es necesario dar un paso fácil a las componentes alternas de R.F. por medio de condensadores tal y como se ven en la fig. XV-1.

En términos generales podemos decir que el emplazamiento y valor de los elementos de compensación y de desacoplo, dependen del orden de conexión de los filamentos.

En el esquema de la fig. XV-1 aparece una resistencia suplementaria de compensación (R_4) derivada entre el punto medio del filamento de la 3S4 y la masa a fin de asegurar un uso uniforme del mismo. El cálculo de esta resistencia es análogo al de las restantes, pero es necesario tener en cuenta solamente la mitad de la corriente anódica de la lámpara y de la tensión entre el punto medio del filamento y masa. En consecuencia para el cálculo de la resistencia siguiente R_5 se tendrá en cuenta, igualmente, la mitad de la corriente anódica.

La conmutación "Pilas-Red" es sencillísima. Se consigue por medio de un conmutador unipolar I_3. Los polos — de las baterías de filamentos y A.T. van conectados a masa.

Para utilizar el receptor se acciona el interruptor bipolar I_1-I_2.

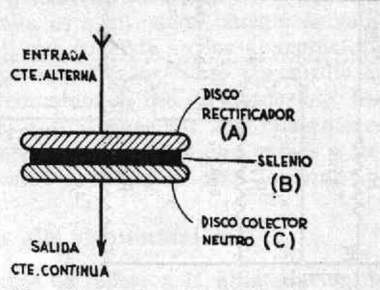


Fig. XV-3. — Constitución de un rectificador seco.

Rectificadores secos

Resultaría incompleto el estudio de la alimentación de los receptores mixtos, si no dedicásemos nuestra atención a uno de sus más interesantes elementos.

Nos referimos a los rectificadores "secos" o más correctamente rectificadores por contacto: en los que se aprovechan las propiedades de algunos cuerpos semi-conductores, es decir, que ofrecen una resistencia baja al paso de la corriente en una dirección y muy elevada en la dirección contraria. Por consiguiente, su funcionamiento es el mismo que el de las lámparas rectificadoras.

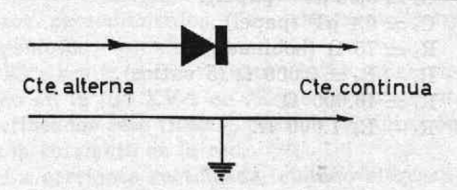


Fig. XV-4. — Esquema de conexión de un rectificador seco.

Las sustancias más comúnmente empleadas son el óxido cuproso, el selenio, germanio, etc.

La realización práctica de los rectificadores se consigue disponiendo un disco de cobre o de hierro (A), fig. XV-3, revestido en una de sus caras por una capa de óxido cuproso o selenio, etc. (B), en contacto firme con otro disco (C) metálico neutro, pues su misión no es otra que servir de electrodo del rectificador.

Para rectificar una corriente alterna se aplica sobre el disco metálico rectificador y se obtiene la corriente rectificada en el disco colector, según se indica en la fig. XV-3.

En la fig. XV-4, se muestra el montaje del rectificador en un circuito de alimentación.

Utilizando un solo elemento, tal como el representado en la fig. XV-3, la tensión rectificada es relativamente débil, de 8 a 10 V. Por consiguiente, si deseamos rectificar la tensión de la red necesaria para alimentar un receptor, será preciso emplear rectificadores formados por 12 a 15 elementos apilados, es decir, montados en serie. Para dar solidez al conjunto se utiliza una varilla roscada aislada, ofreciendo el aspecto que podemos apreciar en las figs. XV-5 (A) y (B).

Este segundo modelo está provisto de aletas metálicas para refrigeración.

En todos los rectificadores está marcado por medio de un punto o arandela roja, el terminal positivo, es decir, el de salida del + de A.T.

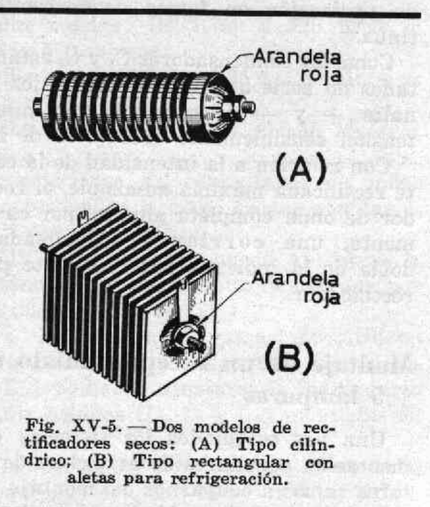


Fig. XV-5. — Dos modelos de rectificadores secos: (A) Tipo cilíndrico; (B) Tipo rectangular con aletas para refrigeración.

La intensidad de la corriente que puede ser rectificada depende de la superficie activa de los discos rectificadores, aumentando cuanto mayor sea esta superficie. Así, un disco de 11 mm. de diámetro puede soportar una corriente máxima de 17 mA y en uno de 60 mm. la corriente puede ser hasta de 365 mA, en régimen permanente.

La refrigeración de los discos tiene una gran influencia, pues un disco de 20 mm. que sin aletas de refrigeración sólo puede soportar una corriente rectificada de 50 mA, cuando está provisto de aletas, la corriente puede alcanzar hasta 140 mA.

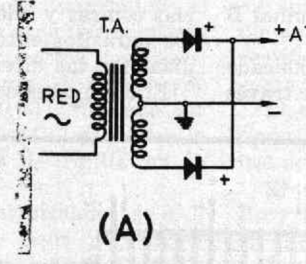
Los valores indicados corresponden a la intensidad máxima de la corriente en régimen permanente, cuando se trata de rectificadores de una sola alternancia, como el que aparece en la fig. XV-4. En los rectificadores de onda completa, los valores de la corriente rectificada son más elevados.

Como vemos, los rectificadores secos son, en su funcionamiento, equivalentes a las válvulas termoiónicas rectificadoras monoplacas. Por consiguiente es posible constituir un rectificador de onda completa mediante dos rectificadores independientes conectados, según se indica en la fig. XV-6 (A) a los extremos del secundario de A.T. con toma central, de un transformador T.A. cuyo primario está alimentado por la red.

Si el secundario carece de toma central se pueden conectar cuatro unidades rectificadoras en la forma indicada en la fig. XV-6 (B), constituyendo el rectificador de onda completo en "puente".

Dobladores de tensión

En los montajes representados en la figura XV-6 podemos rectificar voltajes superiores a los de la red ya que el transformador de alimentación (T.A.) puede ser y lo es en la práctica, elevador de tensión. En el montaje de la fig. XV-6 el voltaje rectificado ha de ser, forzosamente, inferior al de la red, ya que no existe transformador.



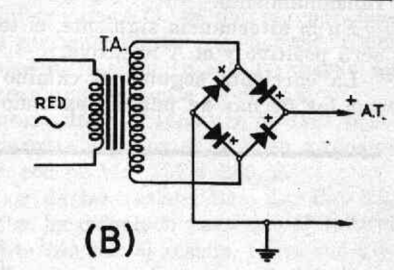


Fig. XV-6. — Rectificadores de onda completa: (*A*) Dos unidades rectificadoras conectadas a un secundario con toma central; (*B*) Si el secundario no está provisto de toma central, se utiliza el montaje en "puente".

No obstante, existe la posibilidad de obtener una tensión rectificada doble, aproximadamente, que la de la red, conectando dos unidades rectificadoras en la forma mostrada en la fig. XV-7, con lo que habremos montado un doblador de tensión. Los condensadores C_1 y C_2 son electrolíticos de 50 μF, 250 V.

Las unidades rectificadoras necesarias

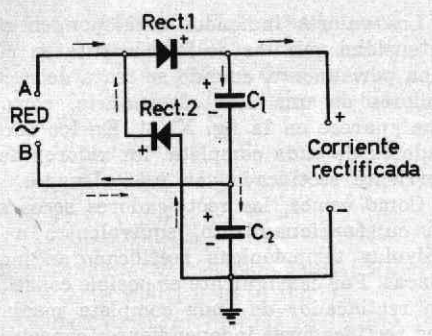


Fig. XV-7. — Circuito típico de un doblador de tensión.

para los montajes representados en las figuras XV-6 (A), (B) y XV-7 pueden estar acopladas formando una sola unidad como puede verse en la fig. XV-8, en la que se indican las conexiones correspondientes a las figuras indicadas, en (a), (b) y (c) respectivamente.

El funcionamiento del doblador de tensión es el siguiente:

Supongamos que en un momento determinado el terminal A de entrada de la corriente alterna es positivo. La corriente seguirá el camino marcado por las flechas de trazo grueso atravesando el rectificador 1 y cargando el condensador C_1. Esta corriente no puede atravesar el rectificador 2 por ser de sentido contrario al que corresponde a su funcionamiento.

En la alternancia siguiente, el terminal B será positivo y el A negativo.

La corriente seguirá el camino indicado por las flechas de puntos, pasando a través del rectificador 2 y cargando el condensador C_2.

Este ciclo de carga de C_1 y C_2 se repite a cada período de la corriente alterna de entrada, descargándose a través del circuito de utilización en forma de corriente continua.

Como los condensadores C_1 y C_2 están montados en serie obtendremos entre los terminales + y — de corriente continua, una tensión sensiblemente doble a la de la red.

Con relación a la intensidad de la corriente rectificada máxima admisible, el rectificador de onda completa admite, por cada elemento, una corriente aproximadamente doble de la indicada anteriormente para el rectificador.

Montaje de un receptor mixto de 5 lámparas

Una vez estudiados los sistemas de alimentación peculiares de esta clase de receptores vamos a ocuparnos del montaje de uno equipado con cinco lámparas e indicador visual de sintonía.

Circuito de receptor

En la fig. XV-9 se representa el circuito del receptor que utiliza un cuadro de una sola espira, que aunque reduce la sensibilidad del circuito de entrada, resulta menos sensible a las interferencias que los de varias espiras y además evita los acoplamientos parásitos entre las secciones correspondientes a las diferentes gamas de ondas.

El circuito está diseñado para la recepción

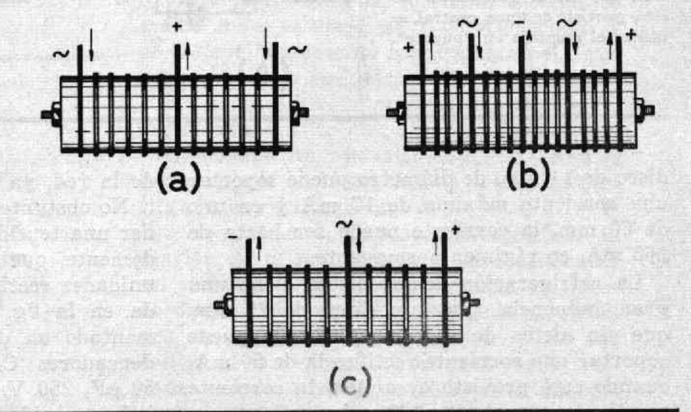


Fig. XV-8. — Unidades de rectificadores secos y sus conexiones: (*a*) Rectificador de onda completa con transformador, según la figura 6 (*A*); (*b*) Rectificador en puente, según la figura 6 (*B*); (*c*) Doblador de tensión, según la fig. 7.

de cuatro gamas de ondas, que abarcan cada una las frecuencias que se indican a continuación.

Ondas largas: De 377 a 144 Kc/s. = 795 a 2.040 metros.

Ondas medias: De 1.750 a 525 Kc/s. = = 172 a 570 metros.

Ondas cortas (2): De 6,25 a 1,88 Mc/s. = = 14,3 a 47 metros.

Ondas cortas (1): De 21 a 6,38 Mc/s. = = 14,3 a 47 metros.

Las posiciones del conmutador de ondas que corresponden a estas gamas son las 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

En la gama de O.C. puede ajustarse la inductancia total del circuito de entrada por medio de la bobina L_2.

Para las restantes gamas se utilizan transformadores especiales (L_3 - L_4; L_6 - L_7 y L_9 - L_{10}) pudiendo ajustarse la inductancia mediante bobinas (L_5, L_8 y L_{11}) montadas en serie.

El primer paso, conversor de frecuencia, está equipado con una lámpara tipo DK92, cuya sección triodo (osciladora) está conectada al juego de bobinas correspondiente (L_{13} - L_{14}; L_{16} - L_{17}; L_{18} - L_{19} y L_{20} - L_{21}).

El circuito de acoplamiento entre el paso conversor y el siguiente, primer amplificador de F.I., incluye el primer transformador de F.I. formado por los arrollamientos L_{22} y L_{23}.

El segundo paso de amplificación de F.I. así como el primero, está equipado con un pentodo DF91, habiéndose suprimido el transformador de F.I. utilizado normalmente para el acoplamiento entre estos dos pasos, que ha sido sustituido por el circuito de carga de placa de la DF91 (1), formado por L_{24} y C_{28} y el condensador C_{25}, así como la resistencia R_8 de escape de rejilla de la DF91 (2).

La sustitución del transformador de F.I. de acoplamiento, clásico, tiene por objeto evitar que se reduzca demasiado la banda de paso, lo que se traduciría en una pérdida de calidad de la recepción.

El valor de la F.I. es de 425 Kc/s. y la anchura de la banda de paso es de 11,4 Kc/s. correspondiente a una tenuación en los extremos de la banda, 10 veces superior a la de la frecuencia central de dicha banda.

La tensión para el C.A.V. y para el indicador visual de sintonía, DM70, se toma en el extremo de la resistencia R_8.

Para el acoplamiento entre el segundo paso de amplificación de F.I. y el detector, se emplea el segundo transformador de F.I. (T.F.I.2).

La detección se realiza en el diodo de la lámpara DAF91, cuya sección pentodo se utiliza como preamplificador de B.F.

A este propósito las señales detectadas son aplicadas a la rejilla de mando de esta sección, una vez regulado su nivel por medio del potenciómetro P_1, conectado al circuito de carga del detector (R_{10}).

Las señales de frecuencia audible, una vez amplificadas, son aplicadas a la rejilla de mando del pentodo amplificador de potencia, DL94, a través del condensador de acoplo (C_{30}) que con R_{15} - R_{16} constituye el circuito clásico de acoplamiento a resistencia-capacidad.

Finalmente, la salida de la DL94 excita la bobina móvil del altavoz por intermedio del transformador T_1 que proporciona un acoplamiento correcto de las impedancias de esta bobina y del circuito de placa de la DL94.

Del secundario de T_1 se toma la tensión de contrarreacción que, a través de la resistencia R_{13}, se aplica a la rejilla del pentodo preamplificador en oposición de fase con las aplicadas a la misma desde el potenciómetro de control de volumen, P_1.

Alimentación del receptor

ALIMENTACIÓN CON CORRIENTE ALTERNA. — El suministro de A.T. se obtiene por medio de la corriente rectificada, por medio del rectificador de selenio (R.E.C.T.) capaz de suministrar una corriente de 90 mA.

El conmutador S_9 bipolar y de tres posiciones, permite adaptar el circuito a tensiones de la red de 110, 127 y 220 V.

El valor de las resistencias R_{24}, R_{25}, R_{26}, R_{29} y R_{30} se ha calculado para que el voltaje en el punto (A) sea el mismo, tanto con alimentación por alterna como por baterías, es decir, 90 V.

El interruptor S_8 que corta el circuito de alimentación, tanto de la red como de las baterías, está montado en el potenciómetro P_1 de control de volumen.

En el esquema de la parte de alimentación del receptor, podemos ver el circuito de alimentación de los filamentos, constituido en la forma que hemos estudiado anteriormente.

La resistencia R_{28} reduce el voltaje rectificado de 90 a 10 V. aproximadamente, que es el consumido por la serie de filamentos.

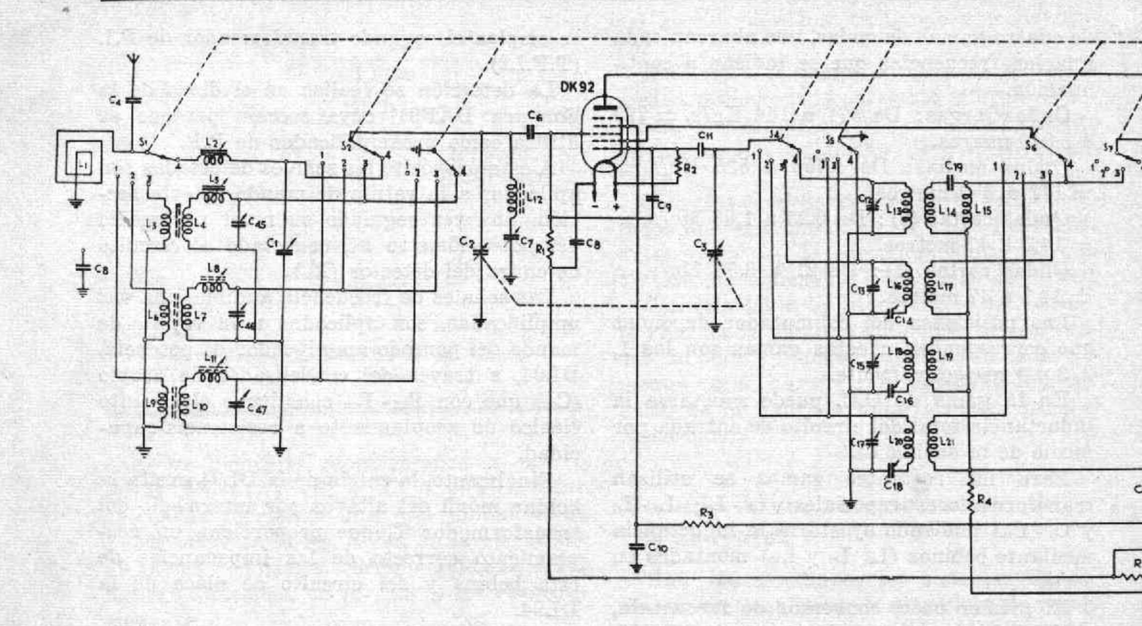


Fig. XV-9. — Circuit

Como el consumo de esta serie es de 0,05 A, el valor de esta resistencia será de 1.600 Ω.

El cambio de la alimentación red a baterías y viceversa se efectúa por medio del conmutador bipolar, de las posiciones, marcadas BAT-RED en el esquema. Este conmutador se acciona automáticamente al introducir o sacar la clavija de enchufe de la red, quedando conectadas las baterías cuando se saca la clavija.

ALIMENTACIÓN POR BATERÍAS. — Para el suministro de A.T. se utiliza una batería de pilas secas de 90 V que alimenta las placas y rejillas pantalla. La corriente de calefacción de los filamentos es suministrada por una batería de pilas de mayor capacidad que la de A.T.

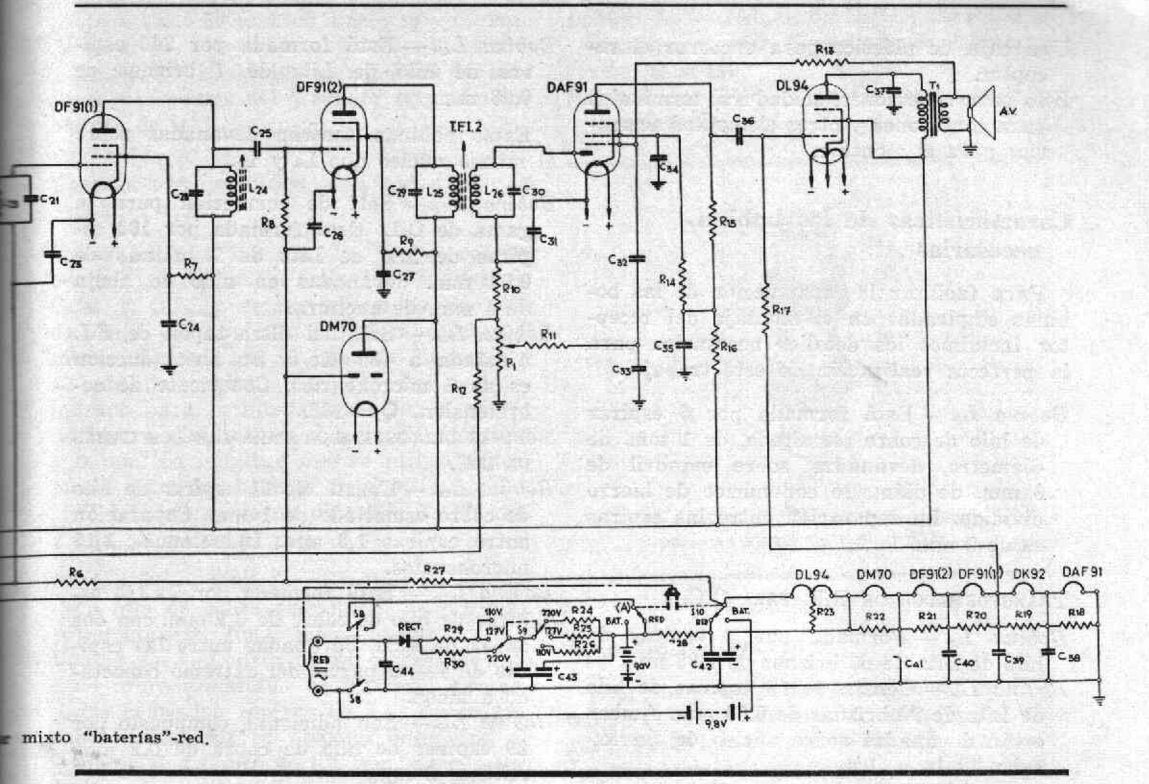
Elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Nueve de 20 pF (ajustables) — (C_1, C_7, C_{12}, C_{13}, C_{15}, C_{17}, C_{45}, C_{46} y C_{47}).
Dos de 500 pF (variables) en tándem — (C_2 y C_3).
Uno de 1.500 pF (C_4).
Cuatro tubulares, de 0,1 μF (C_5, C_{35}. C_{38} y C_{41}).
Uno de 100 pF (mica) — (C_6).
Seis de 0,01 μF (C_8, C_{10}, C_{23}, C_{26}, C_{31} y C_{36}).
Uno de 2,2 pF (C_9).
Tres de 68 pF (mica) — (C_{11}, C_{19} y C_{33}).
Uno de 1.250-1.600 pF (ajustable) — (C_{14}).
Uno de 350-700 pF (ajustable) — (C_{16}).
Uno de 50-150 pF (ajustable) (C_{18}).
Cinco de 110 pF (mica) (C_{20}, C_{21}, C_{28}, C_{29} y C_{30}).
Tres de 22.000 pF (C_{22}, C_{24} y C_{27}).
Uno de 120 pF (mica) (C_{25}).
Uno de 8.200 pF (mica) (C_{32}).
Uno de 0,05 μF (C_{34}).
Uno de 4.700 pF (mica) (C_{37}).
Dos de 0,22 μF (C_{39} y C_{40}).
Dos de dos secciones de 50 μF — 300 V (electrolíticos) (C_{42} y C_{43}).
Uno de 0,022 μF — 250 V (C_{44}).

Resistencias.

Tres de 1 MΩ (R_1, R_{15} y R_{17}).
Una de 2.700 Ω (R_2).
Una de 180.000 Ω (R_3).
Una de 33.000 Ω (R_4).



mixto "baterías"-red.

Tres de 820.000 (R_5, R_6 y R_{12}).
Dos de 68.000 Ω (R_7 y R_9).
Una de 120.000 Ω (R_8).
Una de 1,2 Ω (R_{11}).
Dos de 4,7 MΩ (R_{13} y R_{14}).
Una de 0,1 MΩ (R_{16}).
Una de 84 Ω (R_{18}) (devanada).
Una de 94 Ω (R_{19}) (devanada).
Una de 115 Ω (R_{20}) (devanada).
Una de 148 Ω (R_{21}) (devanada).
Una de 41 Ω (R_{22}) (devanada).
Una de 302 Ω (R_{23}) (devanada).
Una de 2.000 Ω (10 vatios) (R_{24}) (devanada).
Una de 470 Ω (3 vatios) (R_{25}) (devanada).
Una de 150 Ω (3 vatios) (R_{26}) (devanada).
Una de 3,3 MΩ (R_{27}).
Una de 1.600 Ω (10 vatios) (R_{28}).
Una de 22 Ω (1/2 vatio) (R_{29}) (devanada).
Una de 120 Ω (3 vatios) (R_{30}) (devanada).

Todas las resistencias serán de 0,25 vatios, excepto las que especifican otro vataje.

Material vario.

Un panel frontal de 20 × 30 cm.
Un chasis metálico de 30 × 8 × 8 cm.
Una antena de cuadro de una espira de 235 × 320 mm. formada con pletina de aluminio de 20 × 2 mm.
Un potenciómetro de 0,5 MΩ con interruptor bipolar S8 (P_1).
Una lámpara DK92.
Dos lámparas DF91.
Una lámpara DAF91.
Una lámpara DL94.
Un indicador visual de sintonía DM70.
Seis soportes para estas lámparas.
Un juego de bobinas (según textos).
Dos transformadores de F.I. 425 Kc/s. (T.F.I.1 y T.F.I.2).
Un conmutador para cambio de ondas, de siete secciones y cuatro posiciones (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6 y S_7).
Un altavoz de imán permanente, con transformador de salida (T_1).
Inductancia del primario: 10.000 Ω.
Un conmutador bipolar de 3 posiciones (Sa).
Un conmutador bipolar de 2 posiciones (S_{10}).
Un rectificador de selenio (RECT) — 220 V, 90 mA.
Tres botones de mando.
Un capuchón para visión de la DM70.
Una batería de 90 V.
Una batería de 9,8 V.

Una caja de plástico para encerrar el receptor.

Hilo para conexiones, soldadura, terminales para conexiones y otros elementos accesorios para el montaje.

Características de las bobinas necesarias

Para facilitar la construcción de las bobinas empleadas en el montaje del receptor incluimos los detalles necesarios para la perfecta realización de este trabajo.

Bobina L_2. — Está formada por 5 espiras de hilo de cobre esmaltado, de 1 mm. de diámetro, devanadas sobre mandril de 6 mm. de diámetro con núcleo de hierro dividido. La separación entre las espiras es de 2 mm.

TRANSFORMADOR DE R.F. PARA O.C.

Bobina L_3. — Formada por 4 espiras de hilo de Litz de 60 briznas de 0,03 mm.

Bobina L_4. — Consta de 18 espiras de hilo de Litz de 90 briznas de 0,03 mm. Ambas están devanadas sobre núcleo de ferroxcube.

Bobina L_5. — Self de corrección para la gama de O.C. Está formada por 15 espiras de hilo de Litz, de 90 briznas de 0,03 mm. La separación entre espiras será de 0,07 mm. El mandril utilizado estará provisto de núcleo de hierro dividido, de 6 mm. de diámetro.

TRANSFORMADOR DE R.F. PARA LA GAMA DE O.M.

Bobina L_6. — 4 espiras de hilo de Litz de 66 briznas de 0,03 mm.

Bobina L_7. — 73 espiras de hilo de Litz de 30 briznas de 0,03 mm.

Estas dos bobinas están devanadas sobre la misma forma que L_3 y L_4.

Bobina L_8. — Self de corrección para la gama de O.M. formada por 36 espiras de hilo de Litz de 30 briznas de 0,03 mm. devanadas en nido de abeja de 6 mm. de anchura, sobre mandril con núcleo de hierro dividido de 6 mm. de longitud.

TRANSFORMADOR DE R.F. PARA O.L.

Bobina L_9. — Consta de 4 espiras de hilo de Litz de 7 briznas de 0,03 mm.

Bobina L_{10}. — Está formada por 260 espiras de hilo de Litz de 7 briznas de 0,03 mm.

Estas bobinas estarán devanadas sobre el mismo núcleo que L_3 y L_4.

Bobina L_{11}. — Self de corrección para la gama de O.L. Está formada por 104 espiras de hilo de Litz de 7 briznas de 0,03 mm. devanadas en nido de abeja de 4 mm. de anchura.

Bobina L_{12}. — Self del filtro tapón de F.I. ajustada a 452 Kc/s. Su autoinducción es de 5 microhenrios. Coeficiente de sobretensión, Q = 135.

BOBINAS DEL OSCILADOR PARA LAS DOS GAMAS DE O.C.

Bobina L_{13}. — Consta de 11 espiras de hilo de cobre esmaltado de 1 mm. Separación entre espiras 1,3 mm. Inductancia, 1,15 microhenrios.

Bobina L_{14}. — Está formada por 7 - 3/4 espiras de hilo de cobre de 0,1 mm. con dos capas de seda, devanadas entre las espiras de L_{13}, a partir del extremo conectado a masa.

Bobina L_{15}. — Self adicional, compuesto por 29 espiras de hilo de cobre de 0,1 mm. Altura, 2 mm.

Bobina L_{16}. — Consta de 39 7/8 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,25 mm.

El paso del devanado es de 0,38 mm. Inductancia 12,5 microhenrios.

Bobina L_{17}. — Devanada entre las espiras de L_{16}, a partir del extremo conectado al "padder" C_{14} y está formada por 27 7/8 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,1 mm. Con dos capas de seda.

Estas bobinas se devanan sobre el mismo mandril, de 14 mm. de diámetro y 60 mm. de longitud. El blindaje que las

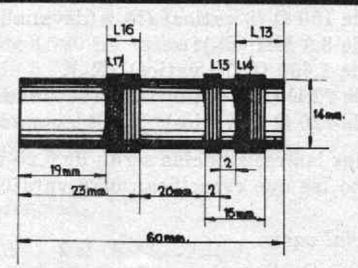


Fig. XV-10. — Bobinas del oscilador para las gamas de O.C.

protege tiene 30 mm. de diámetro y 60 mm. de altura.

La fig. XV-10 da una idea gráfica del conjunto de bobinas del oscilador para las dos bandas de O.C.

BOBINAS DEL OSCILADOR PARA LAS GAMAS DE O.M. Y O.L.

Las bobinas L_{18}, L_{19}, L_{20} y L_{21}, corresponden al oscilador para las bandas de O.M. y O.L. y están devanadas en nido de abeja, con una altura de 2 mm. sobre el mismo mandril, de 10 mm. de diámetro y 48 mm. de longitud. Este mandril está taladrado para la introducción de un núcleo de hierro dividido, de 5 mm. de diámetro y 5 mm. de longitud que se utiliza únicamente para las bobinas de O.M. L_{18} y L_{19}.

El blindaje tiene un diámetro de 30 mm. y una altura de 60 mm.

Bobina L_{18}. — Está formada por 80 espiras de hilo de cobre esmaltado, de 0,1 mm. Inductancia, 108,8 microhenrios.

Bobina L_{19}. — Consta de 24 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,1 mm. devanadas sobre las espiras de L_{18}. Entre ambos devanados se dispone una capa de material aislante de 0,1 mm. de espesor.

Bobina L_{20}. — De 207 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,1 mm. Inductancia 612 microhenrios.

Bobina L_{21}. — 45 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,1 mm. devanadas sobre las espiras de L_{20}. Entre L_{20} y L_{21} se dispone el mismo sistema de aislamiento que entre L_{18} y L_{19}.

En la fig. XV-11 se representa el juego de bobinas correspondiente al oscilador para las gamas de O.M. y O.L.

Bobinas L_{22} - L_{23}. — Transformador de F.I. Frecuencia de resonancia 425 Kc/s. Coeficiente de sobretensión Q = 120.

Bobina L_{24}. — Bobina de choque de F.I. Inductancia 1 mH. Coeficiente de sobretensión, Q = 120.

Bobinas L_{25} - L_{26}. — Transformador de F.I. Idéntico al L_{22} - L_{23}.

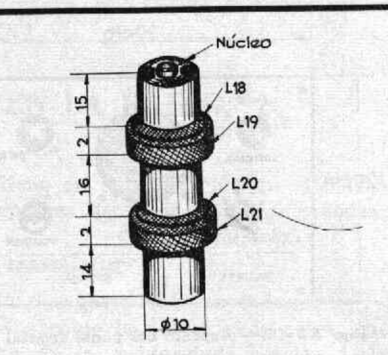


Fig. XV-11. — Bobinas de oscilador para las gamas de O.M. y O.L.

Montaje del receptor

Sobre la parte superior del chasis se distribuirán en la forma indicada en la figura XV-12 los soportes de las lámparas, los dos transformadores de F.I. y el filtro de F.I. formado por la bobina L_{24} y el condensador C_{28} con su blindaje protector. Esta disposición, que no consideramos inmutable, puede sufrir ligeras modificaciones aconsejadas por el volumen de los elementos empleados, aun cuando no podrá diferir mucho de la indicada, ya que las lámparas y sus soportes tienen dimensiones invariables.

En la parte inferior del chasis se dispondrán los elementos restantes en la forma más adecuada, a fin de que las conexiones resulten lo más cortas posible y el montaje de las mismas sea claro y fácilmente revisable.

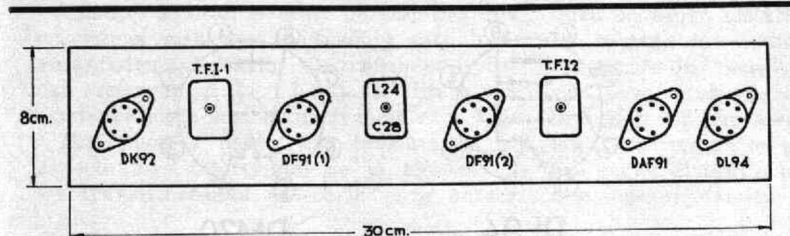


Fig. XV-12. — Disposición de los elementos en la parte superior del chasis.

Para el conexionado del receptor bastará seguir atentamente el esquema del receptor y si se desea, para mayor seguridad en este trabajo, será conveniente formular

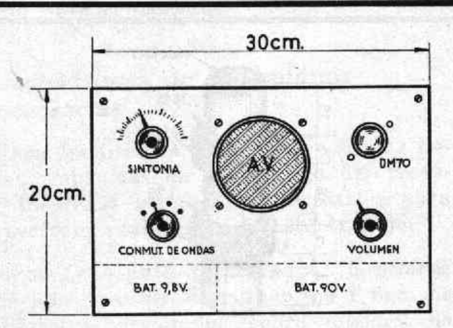


Fig. XV-13. — Aspecto del panel frontal del receptor.

previamente la tabla de conexionado de los diferentes circuitos, de acuerdo con los modelos utilizados en los montajes anteriores, que no creemos necesario repetir en esta ocasión.

En la parte inferior del chasis se reservará el espacio necesario para el alojamiento de las baterías de filamento y A.T.

Sobre el panel frontal del receptor y en su parte posterior, montaremos el tándem de sintonía (C_2 - C_3), el conmutador de ondas y bloque de bobinas, el potenciómetro de volumen (P_1) y el altavoz con su transformador de acoplamiento (T_1). En la parte superior izquierda se dispondrá el orificio que permita ver la pantalla del indicador visual de sintonía DM70.

En la figura XV-13 está representado el panel frontal del receptor, con indicación de sus dimensiones.

Comprobación y ajuste del receptor

Como en los montajes precedentes, una vez terminado el montaje realizaremos una cuidadosa comprobación de cada una de sus conexiones y las soldaduras correspondientes para evitar cualquier posible fallo en el funcionamiento del receptor, como consecuencia de errores o defectuosa ejecución del montaje.

Una vez terminada la comprobación y alimentado el receptor por medio de las baterías y por la red, procederemos a su alineación en la forma indicada en los montajes precedentes.

En la fig. XV-14 se muestran los esquemas de conexiones de las lámparas DK92, DF91, DAF91, DL94 y DM70. Su examen será de gran utilidad en el conexionado de las mismas a los restantes elementos del receptor.

Y con esto podemos dar por terminada la información necesaria para el montaje del receptor mixto que ha constituido el tema de esta lección.

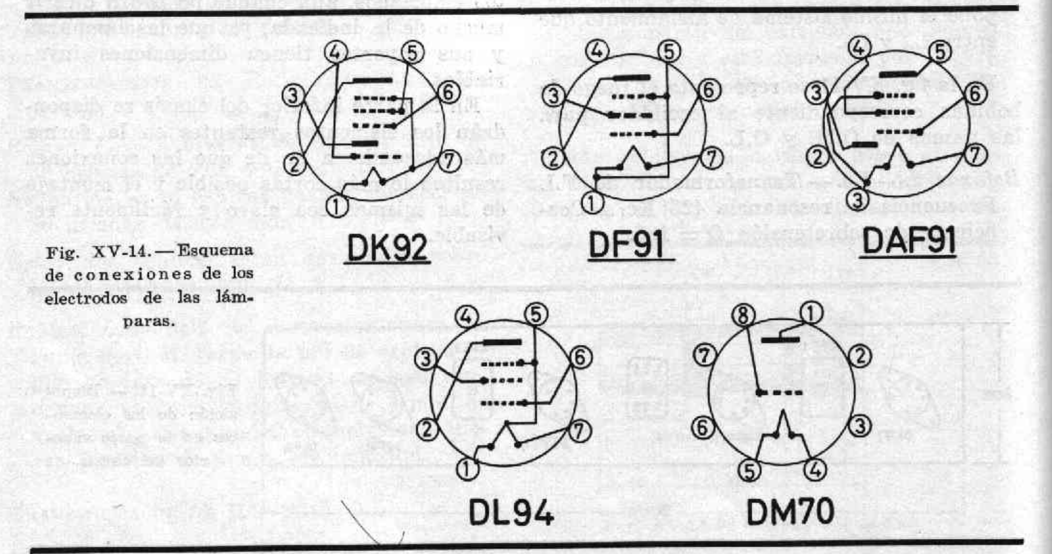


Fig. XV-14. — Esquema de conexiones de los electrodos de las lámparas.

LECCIÓN XVI

LOS TRANSISTORES EN LA RADIO

Semiconductores

Recordaremos que habíamos clasificado los cuerpos en dos grupos, desde el punto de vista de su mayor o menor facilidad para permitir el desplazamiento de los electrones, cuyo flujo constituye la corriente eléctrica.

En el primer caso decíamos que eran buenos conductores y en el segundo, malos conductores o aislantes.

Existen otros cuerpos con propiedades intermedias entre los conductores y los aislantes, por lo que se les ha denominado "semiconductores". En realidad se trata de aislantes cuyo grado de conductividad puede aumentar siempre que se les someta a un proceso de formación bien por el calor o por procedimientos químicos.

Las sustancias cristalinas a las que se incorporan determinadas impurezas se convierten en semiconductores a la temperatura normal. Entre ellas mencionaremos el silicio, el germanio, el fósforo y el antimonio.

La más empleada en la fabricación de transistores es el germanio.

Mucho es lo que se ha escrito y abundante la información existente sobre la estructura y funcionamiento de los transistores. El recopilarla en estas páginas aun en forma de información condensada, ocuparía un espacio que no queremos restar a otras informaciones de carácter práctico.

Cuantos sientan el deseo de adquirir una enseñanza más profunda sobre este interesantísimo elemento, el transistor, pueden recurrir a la abundante literatura existente sobre esta sugestiva materia. *

Por nuestra parte, nos limitaremos al aspecto más interesante de la técnica de los transistores, la necesaria para entrar de lleno en su aplicación en el montaje de receptores de radio y amplificadores.

El transistor

Su descubrimiento tuvo lugar en el año 1948 y como la mayoría de éstos, fue producto de la casualidad. En los Laboratorios de la Bell-Telephone se trataba de medir la resistencia de una pequeña muestra de germanio sujeta entre dos puntas de hilo fino a pequeñísima distancia una de otra.

Para ello se hizo pasar una corriente a través de la muestra, midiendo la caída de tensión entre las dos puntas de conexión. La casualidad hizo todo lo demás.

Cuando aplicaban la corriente entre la muestra y una de las puntas y simultáneamente una corriente de sentido contrario entre la otra punta y el germanio, observaron una influencia mutua entre ambas corrientes: la corriente enviada por una de las puntas (emisor), salía amplificada por la otra y este efecto amplificador era tanto mayor, cuanto más próximas estaban las puntas.

El transistor de puntas

Por este hecho quedaba descubierto el transistor de "puntas" que, para su aplicación en la práctica fue materializado en la forma mostrada en la fig. XVI-1.

Una envolvente metálica exterior (A) lleva un tapón metálico (B) sobre el que se ha soldado la muestra de germanio que constituye la "base" del transistor. Sobre esta base se apoyan dos conductores de cobre (E y C) que atraviesan un tapón aislante y terminan en puntas finísimas situadas a una distancia pequeñísima (50 micrones aproximadamente).

* Entre otras, las siguientes obras publicadas recientemente por Marcombo: Manuel Marín, *El transistor;* E. Aisberg, *El transistor?... ¡pero si es muy fácil;* Colección Miniwatt, *Transistores para receptores de AM y FM y amplificadores de BF;* R. Besson, *Contrucción, ajuste y reparación de receptores con transistores.*

Para su utilización es necesaria una formación previa, aplicando al colector, durante períodos muy cortos, tensiones negativas de valor mucho mayor que las de funcionamiento normal.

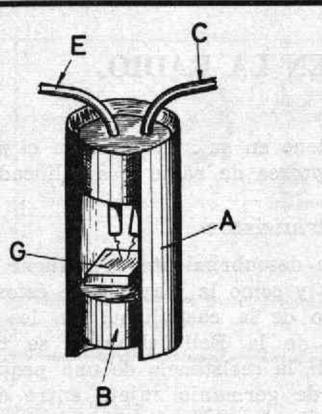


Fig. XVI-1. — Constitución de un transistor de puntas.

Examinados por separado los conjuntos formados por cada una de las puntas y el germanio constituyen un diodo de cristal cuyas propiedades nos son ya conocidas por el estudio de los detectores de galena.

El circuito representado en la fig. XVI-2 (A) nos permite darnos perfecta cuenta de la forma de funcionamiento del transistor representado simbólicamente en T y formado por sus tres electrodos: emisor (E), colector (C) y base (B), cuya polarización se consigue por medio de las dos baterías B_1 y B_2 montadas en serie.

En el montaje considerado solamente se tiene en cuenta el diodo formado por el colector y la base, ya que el emisor está aislado.

Por medio del potenciómetro P podemos variar el voltaje aplicado al colector (C). Cuando éste es muy débil la resistencia del diodo es muy pequeña, pero a partir de algunos voltios, la corriente crece proporcionalmente con la tensión, como podemos apreciar por la curva característica de la figura XVI-2 (B). En este caso se dice que el diodo es "conductor" para tensiones positivas en el colector. Cuando las tensiones aplicadas son negativas el diodo está "bloqueado", es decir, no es conductor, pero existe una pequeña corriente "inversa" o "de fuga" que aumenta proporcionalmente con la tensión.

Dispongamos ahora el circuito como se indica en la fig. XVI-3 (A). Si establecemos una comparación entre el funcionamiento de una lámpara termoiónica y un transistor, observaremos que se puede obtener la curva característica de la primera aplicando una tensión variable en la rejilla y midiendo la corriente de placa; la curva de funcionamiento de un transistor se obtiene aplicando una tensión *positiva* variable al emisor y midiendo la corriente en el colector al que se ha aplicado una polarización negativa.

En la práctica no se considera la tensión positiva aplicada al emisor, sino la *corriente* que circula a través de este electrodo.

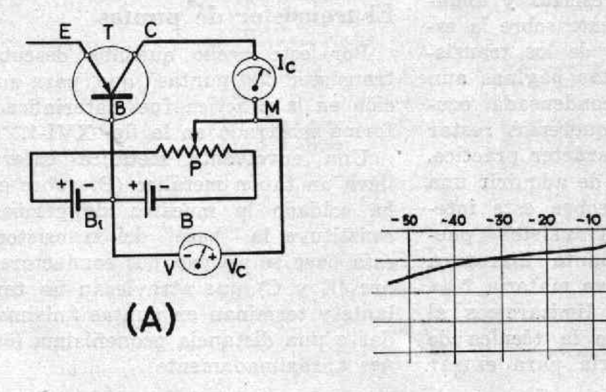


Fig. XVI-2. — (*A*) Montaje para obtener las características del diodo formado por el colector y la base; (*B*) Característica del diodo colector-base.

Al contrario de lo que ocurre con las lámparas, la resistencia de entrada de un transistor es más bien baja. Por consiguiente, debemos hablar de *amplificación de intensidad* en lugar de amplificación de tensión. En estas condiciones se obtiene la curva mostrada en la fig. XVI-3 (B) en la que podemos apreciar que la corriente del colector varía proporcionalmente con la corriente del emisor. Cuando ésta se hace negativa su influencia sobre la del colector es mucho menos apreciable.

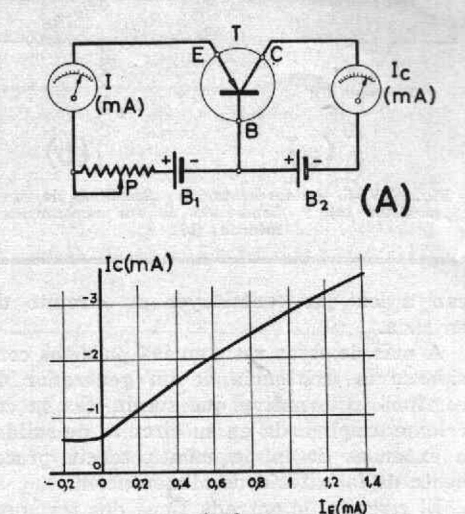


Fig. XVI-3. — (*A*) Montaje para obtener la característica de un transistor de puntas; (*B*) Curva característica I_C/I_E de un transistor de puntas. Tensión del colector, $V_C = 10$ V.

El transistor de unión

En los transistores de puntas las superficies de contacto entre el emisor y el colector y la base son pequeñísimas. Es fácil prever que se conseguiría una transmisión de corriente más perfecta aumentando las superficies de contacto. De acuerdo con esta previsión se hicieron ensayos de nuevos tipos de transistores, habiendo llegado al que se denomina transistor de unión basado en el contacto entre semiconductores.

A este propósito pueden obtenerse tres variantes de cristal de germanio.

A) Germanio puro en el que sólo figura un átomo de un elemento extraño mezclado con millones de átomos de germanio.

B) Germanio *p*, que se obtiene mezclando pequeñísimas cantidades de sustancias extrañas con el germanio puro. El germanio resultante tiene una falta de electrones, lo que significa una carga *positiva*.

C) Germanio *n*, en el que existen electrones en exceso, lo que corresponde a una carga *negativa*. Puede obtenerse adicionando al germanio otra clase de sustancias de distinta naturaleza que las utilizadas para la formación del germanio *p*.

En los transistores de unión, el emisor y el colector están formados por dos trocitos de germanio de la misma variedad (*p* o *n*), adheridos, por un procedimiento químico a la base, formada por una pequeña lámina muy fina, de germanio de variedad opuesta a la del emisor y colector.

En la fig. XVI-4 se representa esquemáticamente, la constitución de dos transistores de unión, uno (a) del tipo *p-n-p* y otro (b) del *n-p-n*. En (c) se representa el símbolo de los transistores de unión, para distinguirlo del representativo de los transistores de puntas (d).

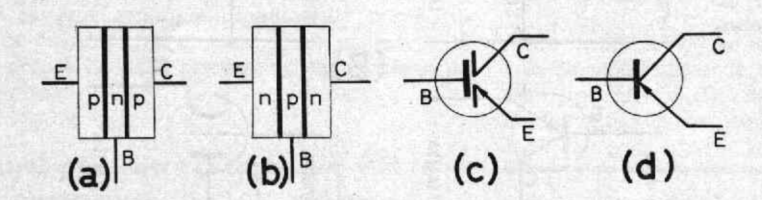


Fig. XVI-4. — Transistores de unión: (*a*) Constitución de un transistor *p-n-p*; (*b*) Constitución de un transistor *n-p-n*; (*c*) Símbolo del transistor de unión; (*d*) Símbolo del transistor de puntas.

Resistencias internas del transistor

La fig. XVI-5 representa en (a) el símbolo de un transistor y en la (b) sus resistencias internas y su conexión teórica.

RE = Resistencia de emisor;

RB = Resistencia de base;

RC = Resistencia de colector;

y son las que presentan estos electrodos al paso de las corrientes alternas que se apli-

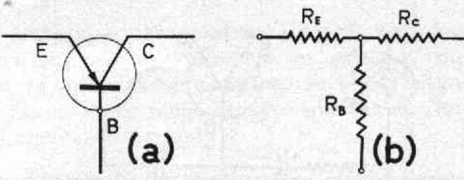


Fig. XVI-5. — Representación simbólica de un transistor (*a*) y disposición de sus resistencias internas (*b*).

can a los que constituyen su circuito de entrada.

A más de estas resistencias podemos considerar la existencia de un generador de corriente alternativa que suministra la corriente amplificada en su circuito de salida, a expensas de la pequeña potencia procedente de la batería de alimentación.

El circuito de entrada tiene dos terminales y el de salida otros dos. Como el transistor solamente tiene tres terminales (E, B

Diferentes montajes de los transistores

Según la forma de aplicación de la señal de entrada y la consiguiente obtención de la de salida, podemos emplear tres montajes distintos representados en las figuras XVI-6 (A), (B) y (C). A la derecha de cada uno de sus símbolos se muestran los correspondientes a un triodo termoiónico.

Los dos primeros son de frecuente aplicación en la práctica pero el tercero no es de uso tan corriente en la utilización de las lámparas termoiónicas.

El primero de los montajes, fig. XVI-6 (A), se denomina de *base común*.

El segundo, fig. XVI-6 (B), de *emisor común*.

El tercero, fig. XVI-6 (C), de *colector común*.

Fig. XVI-6. — Los tres montajes fundamentales de los transistores y sus equivalentes con las lámparas termoiónicas: (*A*) Montaje con "base común"; (*B*) Montaje con "emisor común"; (*C*) Montaje con "colector común".

y C) es evidente que uno de ellos tiene que ser *común* a ambos circuitos.

En este aspecto, no existe diferencia entre el transistor y la lámpara triodo ya que en ésta aplicamos la señal de entrada entre la rejilla y el cátodo y la de salida se recoge entre la placa y el cátodo.

Cada uno de estos montajes tiene características distintas, siendo las más interesantes las impedancias de entrada y salida y la ganancia de su funcionamiento como amplificador, variando según se empleen transistores de puntas o de unión, según la tabla que figura a continuación.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS TRES MONTAJES FUNDAMENTALES

Montaje	Clase de transistor	Amplif. de cte. máxima	Amplif. de cte. media	Amplif. de tensión	Amplif. de pot. Ganancia	Impedancia de entrada	Impedancia de salida
Base común. . . .	Unión	1	1	5.000	30 db.	100 Ω	1 MΩ
	Puntas	2	2	200	20 db.	100 Ω	10.000 Ω
	Unión	30	15	5.000	40 db.	1.000 Ω	100 000 Ω
Emisor común . .	Puntas	1	Características negativas				
Colector común . .	Unión	30	15	1	15 db.	1 MΩ	50.000 Ω

Los valores indicados no son absolutos, corresponden a órdenes de magnitud, pues varían de unos a otros modelos de fabricación.

Del examen de la tabla anterior deducimos que según las características del circuito a que han de conectarse los transistores, convendrá emplear uno u otro tipo y uno u otro de los tres montajes posibles.

Por ejemplo, para los circuitos amplificadores de tensión, convendrán los montajes de "Base común" o de "Emisor común" equipados con transistores de unión, ya que la impedancia de salida es muy alta y para una pequeña intensidad obtendremos una gran diferencia de tensión en los terminales de la carga conectada a los terminales de salida.

En cambio cuando se trate de un amplificador de potencia nos convendrá utilizar los montajes que proporcionen las mayores ganancias de intensidad con una impedancia de salida relativamente moderada, siendo los más adecuados los de emisor común y colector común equipados con transistores de unión; también podría utilizarse el montaje de base común con transistores de puntas.

Analogías entre el transistor y el tubo electrónico

Según se indica en la fig. XVI-6 en el montaje E.C. (emisor común) el transistor se comporta como una lámpara cuyo electrodo de mando es la rejilla, saliendo por la placa la señal amplificada. El montaje B.C. (base común) puede asimilarse a un triodo amplificador controlado por el cátodo y el montaje C.C. (colector común) es comparable a un amplificador con salida por el cátodo.

Esta analogía no debe tomarse en un sentido absoluto. En realidad podría resumirse así: El transistor se comporta como una lámpara termoiónica, con la variante de que la *tensión* de mando de ésta es sustituida por la *corriente* de mando del transistor.

Como éste puede utilizarse tanto como amplificador de tensión como amplificador de corriente, es necesario tener en cuenta esta circunstancia cuando se analiza un circuito equipado con transistores.

Por otra parte, las impedancias de entrada y salida de los transistores son resistencias puras, cosa que no sucede en las lámparas.

Mencionaremos el hecho curioso de que en el transistor de puntas y en su montaje "emisor común" se produce el fenómeno de resistencias negativas, que no tiene explicación en el terreno de las analogías entre los transistores y las lámparas.

Materialización de los transistores

En la fig. XVI-7 se muestra el aspecto de tres tipos distintos de transistores. Los dos primeros (A) y (B) representados aproximadamente en su tamaño natural están

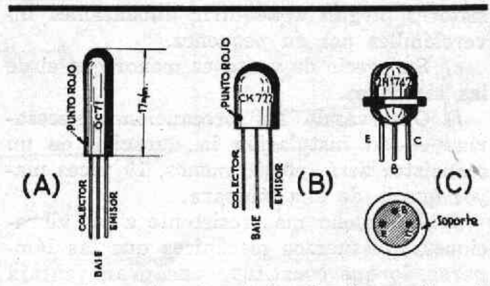


Fig. XVI-7. — Aspecto exterior de algunos tipos de transistores.

provistos de tres conexiones exteriores que corresponden a sus electrodos.

Estas conexiones pueden identificarse fácilmente. En la cubierta exterior se ha marcado un punto rojo y la conexión más próxima al mismo es la que corresponde al *colector;* la central corresponde a la *base* y la restante al emisor.

El tercer modelo, representado en (C) está provisto de patillas de conexión que se enchufan en los orificios del soporte correspondiente.

Ventajas e inconvenientes de los transistores

Aunque resulta aventurado predecir si los transistores desplazarán de un modo absoluto a las lámparas en todas sus aplicaciones, lo cierto es que el avance de su técnica de fabricación permite asignarle en un futuro próximo un papel tan importante como el de aquéllas.

Podremos sacar consecuencias prácticas, derivadas del estado actual de su fabricación, examinando algunas de sus ventajas e inconvenientes mencionados a continuación.

Entre las ventajas citaremos las siguientes:

a) Dimensiones ínfimas y peso reducidísimo.

b) Consumo de potencia insignificante. Un transistor de unión puede suministrar una potencia modulada de 2,5 mW con un 10 % de distorsión, mediante una tensión de 3 V y una corriente de 2 mA. Su rendimiento es del 42 %. El de una lámpara subminiatura no es superior al 8 %.

c) Consecuencia de lo anterior son las reducidas dimensiones de las baterías necesarias para su alimentación.

d) Por todo ello son insustituibles en los aparatos portátiles, que equipados con transistores, llegan a adquirir dimensiones inverosímiles por su pequeñez.

e) Su precio de venta es menor que el de las lámparas.

f) Observando las precauciones necesarias en su instalación la duración de un transistor será, por lo menos, 10 veces mayor que la de una lámpara.

g) Es mucho más resistente a las vibraciones y esfuerzos mecánicos que las lámparas, lo que constituye una gran ventaja en los aparatos portátiles.

Entre sus inconvenientes figuran los siguientes:

a) El ruido de fondo o "soplo" de un transistor es superior al de una lámpara electrónica. Este inconveniente es cierto cuando se trata de transistores de puntas, pero en los de unión pueden obtenerse modelos en el que el soplo es incluso inferior al de algunos tipos de lámparas.

b) Falta de uniformidad en las características dentro de un mismo tipo.

El perfeccionamiento progresivo de la técnica de fabricación, hace que este inconveniente sea cada vez menos importante.

c) Influencia de la temperatura en sus características. En la práctica no conviene utilizarlos en zonas en que la temperatura exceda de los 90° C.

d) Se achaca al transistor, como inconveniente, que la potencia de salida que puede suministrar es muy pequeña, de 50 mW como máximo.

No obstante se han fabricado modelos en que esta potencia puede ser del orden de los 5 vatios y en este sentido el adelanto de la técnica de fabricación es notable ya que mediante un procedimiento de refrigeración adecuado puede llegarse a los 100 vatios y aún a potencias más elevadas.

e) Hasta hace poco tiempo los transistores de unión solamente podían utilizarse con frecuencias no superiores a los 50 Kc/s. pero los trabajos realizados hasta la fecha demuestran que es posible la fabricación de modelos capaces de amplificar frecuencias de algunos Mc/s.

Circuitos básicos equipados con transistores

Antes de acometer el montaje de receptores equipados con transistores, vamos a analizar los circuitos básicos que integran el esquema de los mismos.

El amplificador de R.F.

Según la frecuencia de trabajo se utilizan transistores de unión o de puntas. Los circuitos representados en la fig. XVI-8 son utilizables igualmente con una u otra clase de transistor. Todos ellos utilizan la *base* como electrodo común, por lo que es necesario adaptar la impedancia, que es muy baja, de su circuito de entrada a la del circuito excitador.

Si la de este último es de 10.000 Ω y la

de entrada del transistor es de 100 Ω se hará la toma para el emisor a la décima parte del número total de espiras, según se muestra en la fig. XVI-8 (A).

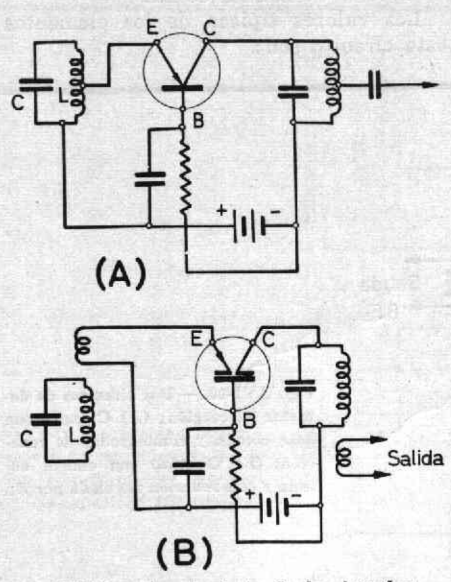


Fig. XVI-8. — Acoplamiento de las impedancias del circuito de entrada del transistor (baja) y del circuito excitador *L-C* (alta): (*A*) Mediante toma intermedia en la bobina *L*; (*B*) Por acoplamiento inductivo.

También puede montarse el amplificador de R.F. y proveer la adaptación necesaria de las impedancias, mediante el montaje de la fig. XVI-8 (B). Para ello se montarán unas pocas espiras, fuertemente acopladas a la bobina L del circuito excitador, a las que se conecta el emisor en la forma indicada. En el caso del transistor de unión, la impedancia de salida es muy elevada, por lo que se puede conectar directamente al colector el circuito sintonizado, de salida.

El oscilador

Como sabemos, un oscilador no es otra cosa que un amplificador, a cuya salida se toma una tensión en fase con la del circuito de rejilla, sobre la que se aplica como tensión de regeneración o reacción.

Este principio se aplica al oscilador cuyo circuito se muestra en la fig. XVI-9 (A) en la que se utiliza un transistor de unión montado en "emisor común" (E.C.).

En la tabla de características de los tres montajes fundamentales hemos visto que el transistor de puntas montado en "emisor común" presenta resistencias negativas de salida, circunstancia aprovechable para el montaje de osciladores. El porcentaje de reacción puede regularse por medio de la resistencia R_1. El acoplamiento de impedancias se consigue realizando la conexión de entrada del transistor en un punto adecuado de la bobina L_1.

En la fig. XVI-9 (C) se representa un oscilador "base común" equipado con un transistor de puntas. La frecuencia de trabajo está determinada por las características del circuito L-C conectado al colector.

El valor de la resistencia de base del transistor debe ser alto y el de Re del orden de los 50 Ω.

Las resistencias de carga Rs y la de polarización Rp se fijan de acuerdo con las características del transistor y el voltaje de la batería utilizada.

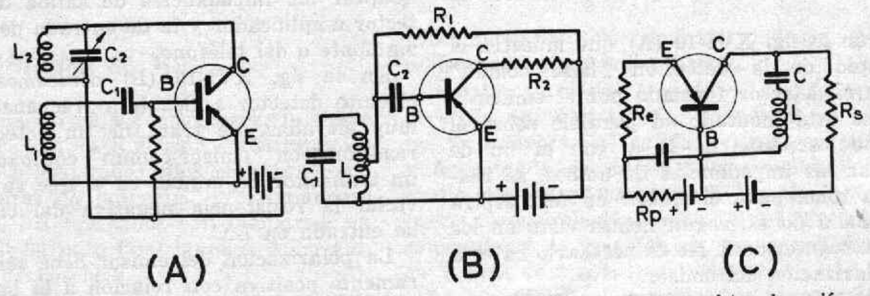


Fig. XVI-9. — Tres circuitos de oscilador con transistores: (*A*) Con transistor de unión, según el montaje clásico de los osciladores con lámparas; (*B*) Con transistor de puntas. Circuito de "emisor común" y toma intermedia en la bobina *L*; (*C*) Con transistor de puntas y "base común" y resistencia de regeneración *Re*.

El detector

Aun cuando es frecuente la utilización de un diodo de germanio como detector, se puede utilizar igualmente un transistor, que no es sino un derivado del diodo de cristal en el que se emplean para la detección los dos electrodos que constituyen el circuito de entrada. El tercer electrodo trabaja en el circuito de salida como amplificador.

El sistema es análogo en su funcionamiento al de una lámpara diodo-triodo que trabaja como detector-preamplificador de B.F.

Según la fig. XVI-10 (A) que muestra el principio de la detección "base común" (B.C.) el detector formado por el emisor y la base está montado en paralelo sobre el circuito oscilante L_1 - C_1 y con el fin de adaptar las impedancias de ambos, se realiza la toma para el emisor en una espira intermedia de L_1, según hemos visto en los circuitos anteriores. No es necesario batería de polarización del emisor.

Cada alternancia positiva del circuito L_1-C_1, es rectificada por el detector y circula la corriente en el emisor, que es amplificada posteriormente por el transistor.

La tensión de reacción se regula, como es práctica corriente, mediante la capacidad variable C_2. En este circuito vemos también el clásico choque de R.F. que impide el paso de los posibles residuos de R.F. hacia el circuito de salida, de B.F.

Los valores típicos de los elementos de este circuito son:

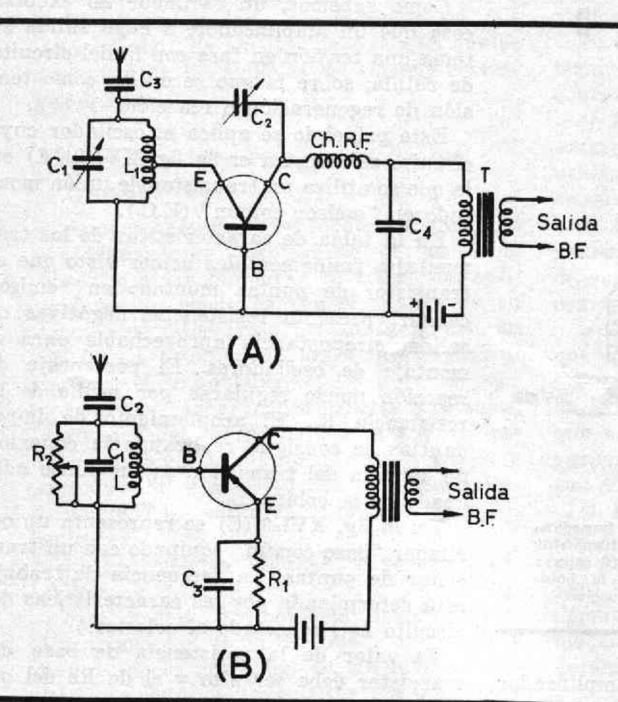


Fig. XVI-10. — Dos circuitos de detector a reacción: (*A*) Circuito con base común y condensador de reacción; (*B*) Circuito con emisor común y con reacción regulada por R_2.

$C_1 = 410$ pF (variable); $C_2 = 150$ pF (variable); $C_3 = 100$ pF; $C_4 = 0{,}001$ μF; Ch. R.F. = 2,5 mH.

El transformador de salida T sirve para adaptar las impedancias de salida del detector amplificador y la de entrada del paso siguiente o del teléfono.

En la fig. XVI-10 (B) ofrecemos otro circuito detector aplicable a frecuencias no muy elevadas. Se trata de un detector a reacción, con "emisor-común" equipado con un transistor de puntas en el que se aprovecha la resistencia negativa del circuito de entrada en E.C.

La polarización del emisor debe ser ligeramente positiva con relación a la base, lo que se consigue mediante la resistencia R_1 (desacoplada por medio del condensador C_3 de 2 μF) cuyo valor depende de las características del transistor y suele variar entre

unos ohmios y unos centenares de ohmios.

La reacción se regula por medio de la resistencia R_2 montada en paralelo sobre el circuito de entrada L_1-C_1. El valor de C_2 suele ser de 100 pF.

Acoplamiento entre pasos de un amplificador de B.F.

Como en los amplificadores con lámparas, el acoplamiento puede realizarse por tres

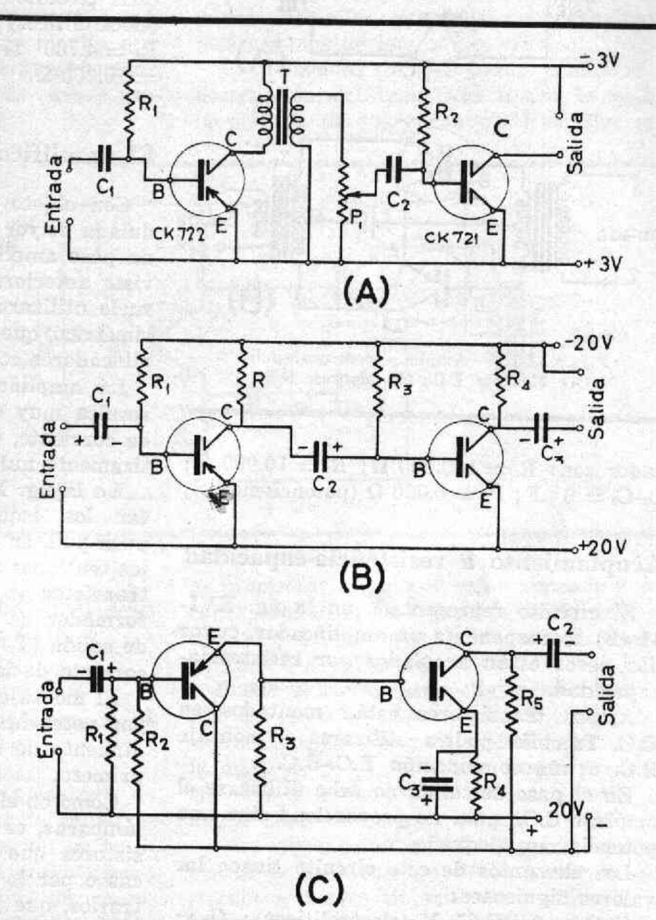


Fig. XVI-11. — Acoplamiento entre pasos de un amplificador B.F.: *(A)* **Por transformador;** *(B)* **Por resistencia-capacidad;** *(C)* **Directo.**

El amplificador de B.F.

En los montajes a transistores, la parte de amplificación en B.F. está constituida de dos o más pasos; todos ellos trabajan como amplificadores de potencia, diferenciándose en esto de los equipados con lámparas, en los que sólo el paso final trabaja como amplificador de potencia.

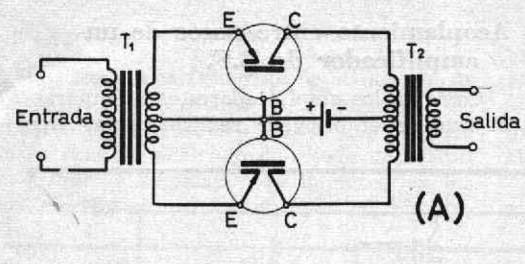
El tipo de transistores más adecuado para la amplificación en B.F. es el de unión y el montaje utilizado con más frecuencia es el de E.C. (emisor común).

procedimientos: por transformadores, por resistencia-capacidad o directo.

Acoplamiento por transformador ilustrado en la fig. XVI-11 (A). La adaptación de las impedancias de salida del primer paso y de entrada del segundo se consigue por medio del transformador T. En el montaje E.C. esta relación es de 25 a 100 y por consiguiente la relación de transformación de T será de 1 a 5.

La ganancia del amplificador representado en la fig. XVI-11 (A) es del orden de 80 db.

Los valores de los elementos del amplifi-



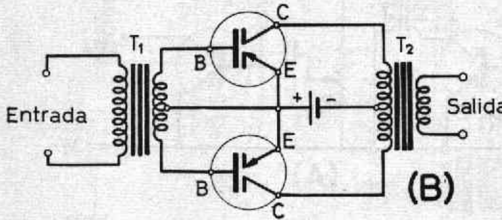


Fig. XVI-12. — Amplificadores push-pull: (*A*) Montaje E.C.; (*B*) Montaje B.F.

cador son: $R_1 = 160.000\ \Omega$; $R_2 = 10.000\ \Omega$; C_1-$C_2 = 6\ \mu F$; $P_1 = 5.000\ \Omega$ (potenciómetro).

Acoplamiento a resistencia-capacidad

El circuito representado en la fig. XVI-11 (B) corresponde a un amplificador, cuyos dos pasos están acoplados por resistencia-capacidad.

Ambos transistores están montados en E.C. También podría utilizarse el montaje B.C. o una combinación E.C.-B.C.

En el paso de salida no debe utilizarse el montaje C.C., pues no proporciona sino una potencia muy pequeña.

Los elementos de este circuito tienen los valores siguientes:

C_1-$C_3 = 3\ \mu F$-25 V (electrolíticos); $C_2 = 10\ \mu F$-25 V (electrolítico); R_1-$R_3 = 100.000\ \Omega$; R_2-$R_4 = 5.000\ \Omega$.

Acoplamiento directo

Es el representado en la fig. XVI-11 (C) y está formado por dos pasos; el montaje del primero es de C.C. y el del segundo E.C.

En esta clase de acoplamiento el potencial del emisor puede ser más o menos negativo, según el valor de la resistencia de carga R_3. Para obtener una polarización fija se intercala una resistencia (R_4) desacoplada por el condensador C_3 en el circuito del emisor del paso siguiente.

En el acoplamiento directo es más sensible que en las anteriores el efecto de la temperatura que modifica las características del amplificador.

Los valores de los elementos que integran este circuito son: C_1-$C_2 = 3\ \mu F — 25$ V (electrolíticos); $C_3 = 50\ \mu F — 25$ V; R_1-$R_4 = 4.700\ \Omega$; $R_2 = 100.000\ \Omega$; R_3-$R_5 = 10.000\ \Omega$.

El amplificador final

Con objeto de obtener una potencia modulada mayor que la que puede suministrar un paso amplificador equipado, como hemos visto anteriormente, con un solo transistor, suele utilizarse en el paso final el montaje simétrico, que ya nos es familiar en los amplificadores con lámparas.

La amplificación en push-pull, clase B, resulta muy económica ya que el consumo de corriente, en ausencia de señal, es prácticamente nulo.

En la fig. XVI-12 (A) y (B) se representan los esquemas de dos amplificadores push-pull, en los que la inversión de fase de las tensiones aplicadas a la entrada de cada transistor se consigue por medio del transformador de entrada (T_1) que así como el de salida (T_2) proporcionan el acoplamiento correcto de las impedancias.

El montaje de la fig. (A) suministra mayor potencia que el de la (B) pero el rendimiento de este último es superior al del primero.

Como en el caso del circuito push-pull con lámparas, es necesario seleccionar dos transistores que tengan idénticas características o por lo menos, si no es posible encontrarlos, que proporcionen la misma amplificación de corriente.

Inversores de fase

En el paso final con transistores, así como en el caso de los amplificadores push-pull con lámparas, se puede sustituir el transformador T_1 por un transistor, montado según el circuito de la fig. XVI-13.

Los condensadores C_1, C_2 y C_3 son del orden de 10 μF, 12,5 V (electrolíticos).

Las resistencias de polarización R_1 y R_2 son del orden de 2.500 Ω y 3.500 Ω respectivamente y las R_3 y R_4 de 1.000 Ω. La primera está recorrida por las corrientes de

salida y la segunda por las de entrada y salida.

La ganancia, que depende de la amplificación de corriente es de unos 30 db. En el defasado de lámpara termoiónica, la ganancia suele ser inferior a la unidad, pero en el de transistores, la ganancia puede llegar a ser de diez, por lo que resulta preferible al desfasamiento por transformador, que por otra parte resulta más caro y proporciona mayor distorsión.

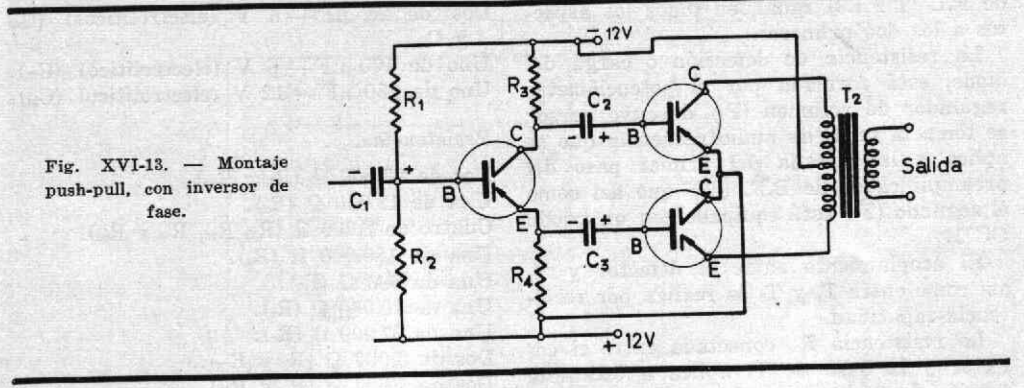


Fig. XVI-13. — Montaje push-pull, con inversor de fase.

MONTAJE DE UN RECEPTOR SUPERHETERODINO CON TRANSISTORES

Posibilidades de los transistores en el montaje de receptores

En la primera época de la aplicación de los transistores en el montaje de radiorreceptores, obtuvo mayor aplicación el transistor de puntas ya que podía ser utilizado para las frecuencias empleadas en radiodifusión, debiendo reservarse los de unión para la amplificación de audiofrecuencia.

En la actualidad y después de un rápido perfeccionamiento en la fabricación se han producido transistores de unión capaces de trabajar con frecuencias elevadas lo que les capacita para su aplicación en receptores de radio, con la ventaja sobre los de puntas de producir un soplo muchísimo menor.

Precauciones necesarias en los montajes con transistores

Independientemente de las precauciones de carácter general, que han de adoptarse en los montajes de todos los receptores, los equipados con transistores, requieren precauciones especiales relacionadas con estos elementos, que, si bien, son de gran duración una vez montados en las condiciones requeridas, su manipulación requiere cuidados especiales, entre los que mencionaremos algunos de los más esenciales.

Las elevadas temperaturas producen la destrucción del transistor o por lo menos la pérdida de sus características. Por esto es preciso evitar que el calor aplicado a sus conexiones al aplicar el soldador durante su montaje, se propague hasta sus electrodos en cantidad peligrosa.

Puede evitarse este peligro sujetando el hilo de conexión con un alicate de puntas, entre el transistor y el soldador, para que la masa metálica del alicate pueda absorber el calor procedente del soldador antes de llegar hasta el interior del transistor.

Otra precaución necesaria es la que se refiere a la intensidad de la corriente que circule a través de sus electrodos. En la tabla de características facilitadas por los fabricantes, figuran los valores máximos de las corrientes que pueden circular a través de sus electrodos.

Es necesario no sobrepasar estos valores, so pena de inutilizar el transistor.

También es necesario cuidar la aplicación de la polaridad en cada uno de sus electrodos.

Circuito del receptor (fig. XVI-14)

El receptor que vamos a montar es un superheterodino para las bandas de OM (52,5 a 1.600 Kc/s.) y O.C. (5,8 a 18,5 Mc/s.) por medio del primer transforma-

dor de F.I. (T.F.I.1) que adapta las impedancias de salida del transistor T_1 y la de entrada de T_2, que es del tipo OC45. El acoplamiento entre éste y el segundo paso del amplificador de frecuencia intermedia (T_3) también del tipo OC45 se establece a través del segundo transformador de F.I. (T.F.I.2), de las mismas características que el T.F.I.1.

La frecuencia intermedia amplificada a la salida de T_3 se aplica al detector de germanio D_1 a través del tercer transformador de F.I. (T.F.I.3) igual, en todos los aspectos a los dos primeros.

La resistencia de detección o carga del diodo, está formada por el potenciómetro regulador de volumen (P_1) de cuyo cursor se toma la señal de audiofrecuencia que se aplica a la entrada del primer paso del preamplificador de B.F. (T_4) que así como el segundo (T_5) está equipado con un triodo OC71.

El acoplamiento entre el detector y T_4 así como entre T_4 y T_5 se realiza por resistencia-capacidad.

La resistencia R_{18} conectada entre el colector y la base de T_4 aplica a ésta una tensión de contrarreacción.

El paso final está equipado con dos transistores OC72, montados en push-pull. Para su excitación y acoplamiento con la salida de T_5, así como para la necesaria inversión de fase, se utiliza el transformador de entrada T.E.

El acoplamiento de impedancias entre la salida del push-pull y la bobina móvil del altavoz, se consigue por medio del transformador de salida T.S.

La polarización de los transistores es suministrada por una batería de pilas de pequeña capacidad y una tensión de 9 V.

Como puede observarse en todos los pasos se ha adoptado el montaje de E.C. (emisor común).

La polarización de los dos pasos del amplificador de F.I. (T_2 y T_3) así como la del preamplificador de B.F. (T_5) se provee por medio de las resistencias R_5, R_9 y R_{15}, shuntadas por los condensadores electrolíticos C_{13}, C_{18} y C_{22} respectivamente.

Elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Uno de 490 pF (variable) (C_1) tándem con (C_2).
Uno de 170 pF (variable) (C_2).
Tres de 22 pF (mica) — (C_3, C_{15} y C_{17}).
Tres de 30 pF (ajustables) (C_4, C_8 y C_9).
Uno de 470 pF (C_5).
Uno de 33.000 pF (C_6).
Uno de 15 pF (mica) (C_7).
Tres de 0,01 μF (C_{10}, C_{16} y C_{23}).
Uno de 0,001 μF (C_{11}).
Uno de 5 μF — 6 V (electrolítico) (C_{12}).
Dos de 50 μF — 6 V (electrolíticos) (C_{13} y C_{18}).
Uno de 0,002 μF (C_{19}).
Dos de 25 μF — 6 V (electrolíticos) (C_{20} y C_{21}).
Uno de 100 μF — 6 V (electrolítico) (C_{22}).
Uno de 250 μF — 12 V (electrolítico) (C_{24}).

Resistencias.

Dos de 33.000 Ω (R_1 y R_{20}).
Una de 12.000 Ω (R_2).
Cuatro de 2.000 Ω (R_3, R_{12}, R_{18} y R_{23}).
Una de 180.000 Ω (R_4).
Una de 680 Ω (R_5).
Una de 10.000 Ω (R_6).
Una de 27.000 Ω (R_7).
Dos de 3.000 Ω (R_8 y R_{13}).
Dos de 1.000 Ω (R_9 y R_{15}).
Dos de 15.000 Ω (R_{10} y R_{21}).
Una de 390 Ω (R_{11}).
Una de 18.000 Ω (R_{14}).
Una de 56 Ω (R_{16}).
Una de 15 Ω (R_{17}).
Una de 150.000 Ω (R_{19}).
Una de 220 Ω (R_{22}).

Varios.

Un potenciómetro de 10.000 Ω con interruptor (P_1).
Un transistor O.C. 170 (T_1).
Dos transistores O.C. 45 (T_2 y T_3).
Dos transistores O.C. 71 (T_4 y T_5).
Dos transistores O.C. 72 (T_6 y T_7).
Una plaquita de baquelita para el montaje.
Un diodo O.A. 79 (D_1).
Una barra de ferroxcube ZB 56.681 23/4 B (Miniwatt).
Una unidad ZBA 3.804.09 (Miniwatt) (L_1-L_2).
Una unidad F 3.336 (Miniwatt) (L_3).
Una unidad ZBA 3.128.90 (Miniwatt).
Una unidad ZBA 3.128.84 (Miniwatt) T.F.I.1).
Una unidad ZBA 3.128.42 (Miniwatt) (T.F.I.2).
Una unidad ZBA 3.128.41 (Miniwatt) (T.F.I.3).

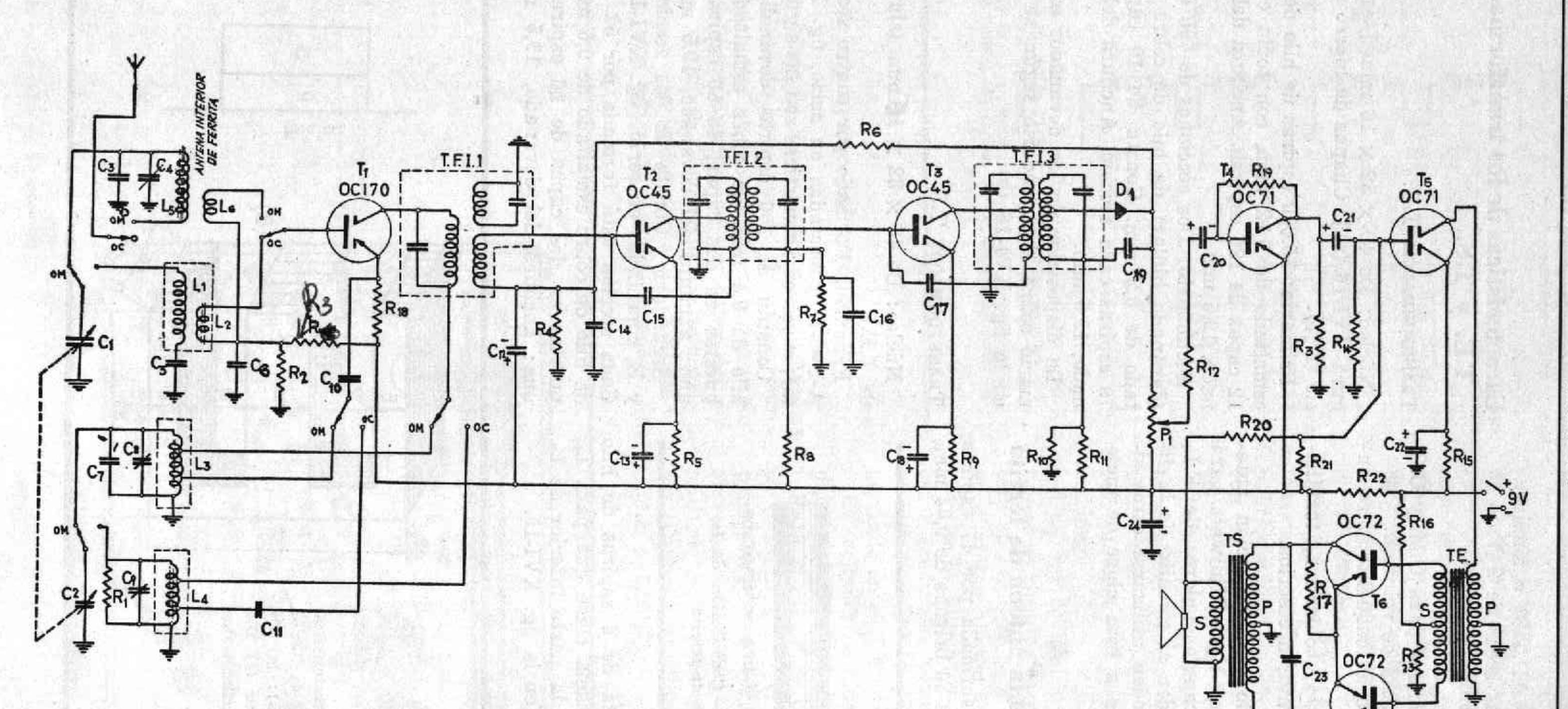


Fig. XVI-14. — Circuito del receptor con siete transistores para las bandas de O.M. y O.C.

Un altavoz elíptico AD.3460 o similar.
Una batería de pilas secas de 9 V.
Una escala de sintonía.
Un mando para sintonía.
Un conmutador de ondas para O.M. y O.C.
Un mando para control de volumen.
Una caja metálica o de baquelita para cubrir el receptor.
Hilo para conexiones, soldadura, tornillería y otros elementos accesorios.

NOTA. — Aun cuando en la relación anterior se indican los tipos Miniwatt para las bobinas y transformadores de F.I., porque corresponden al circuito de la figura XVI-14, pueden utilizarse otros similares adecuados a esta clase de montajes.

Características de la antena de ferrita

Bobina L_5. — Está formada por 47 espiras de hilo de Litz de 30 briznas de 0,04 mm.

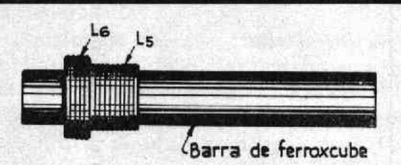


Fig. XVI-15. — Constitución de la antena de ferrita.

Bobina L_6. — Consta de 4 espiras de hilo de Litz de la misma clase que para L_5, devanadas sobre la parte inferior de L_5, según se ilustra en la fig. XVI-15.

Características de los transformadores T.E. y T.S.

TRANSFORMADOR T.E.

Núcleo: De 40 × 32 × 16 mm. [según figura XVI-16 (a)]. Chapas de hierro al silicio (2 %).

Primario: 15.000 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,12 mm., con toma central. 12 capas de 126 espiras. Anchura del devanado, 19,5 mm.

Secundario: Dos secciones de 790 espiras (devanado bifilar) de hilo de cobre esmaltado de 0,2 mm. Consta de 10 capas de 79 espiras cada sección. Anchura del devanado, 19,5 mm.

La disposición de los devanados es: Primario sobre el secundario según se indica en la fig. XVI-16 (b).

TRANSFORMADOR T.S.

Núcleo: De 40 × 32 × 16 mm. (similar al de T.E.).

Primario: Formado por cuatro secciones, A-F-C-D, conectadas en serie, fig. XVI-17 (a), cuyas características son las siguientes: Constan de 100 espiras devanadas con hilo de 0,4 mm. de cobre esmaltado, dispuestas en dos capas, de 50 espiras cada una; anchura del devanado, 19,5 mm.

Secundario: Consta de dos secciones, B y E, conectadas en serie [fig. XVI-17 (a)]. Cada sección está formada por 52 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,6 mm. dispuestas en dos capas de 26 espiras cada una; anchura del devanado, 19,5 mm.

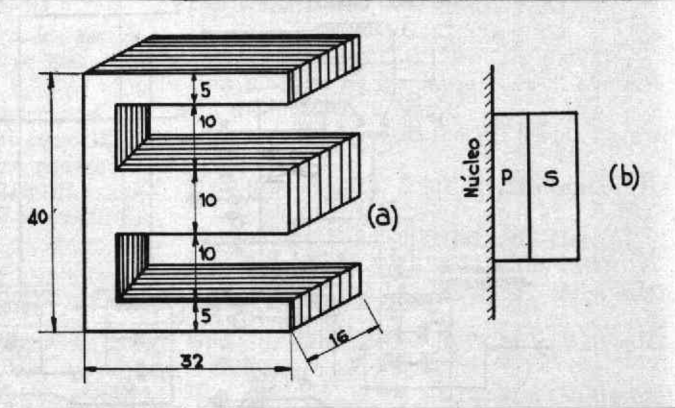


Fig. XVI-16. — Características del transformador de excitación del paso final (T.E.): (*a*) Dimensiones del núcleo; (*b*) Disposición de los arrollamientos.

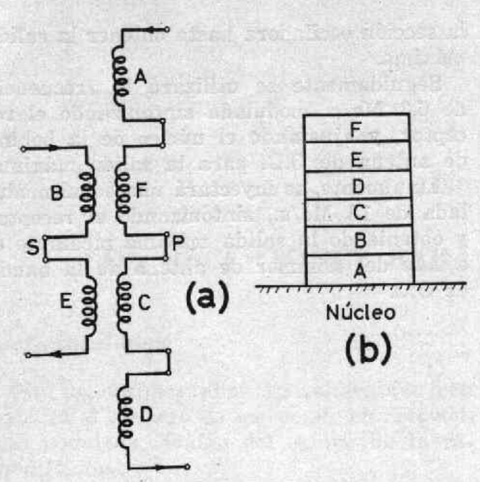


Fig. XVI-17. — Características del transformador de salida (T.S.): (*a*) Esquema de conexión de los devanados que constituyen el primario (*P*) y el secundario (*S*) del transformador de salida; (*b*) Orden de los devanados sobre el núcleo.

Montaje y ajuste del receptor

En lugar de chasis metálico, utilizaremos una placa de baquelita de 12 × 6 cm. aproximadamente en cuya parte anterior y posterior dispondremos los elementos del circuito, en forma similar a la indicada, a título de orientación en la fig. XVI-18.

En esta placa se practicarán los orificios necesarios para el paso de conexiones de uno a otro lado y el hueco necesario para el paso del núcleo magnético del altavoz, cuyo cono quedará en la parte opuesta a fin de que quede en contacto con el frente de la caja del receptor, que dispondrá, como es sabido, del hueco necesario para el paso del sonido.

Como la fig. XVI-18 resulta bastante ilustrativa y consideramos que nuestros lectores habrán adquirido la experiencia necesaria con los montajes anteriores, no creemos necesario insistir en detalles sobre el actual.

Unicamente lo haremos en cuanto se refiere a las precauciones necesarias en la manipulación y conexión de los transistores, indicadas al principio de esta información.

Una vez revisadas las conexiones, cerraremos el circuito de alimentación y si todo está en regla se recibirán algunas emisoras en distintos puntos del dial de sintonía.

Para la alineación se utilizará un oscilador modulado, comenzando por la de los circuitos de F.I. a partir de T.F.I.3 y terminando en el T.F.I.1.

El oscilador se ajustará a 452 Kc/s. modulado a 400 c/s.

Para el ajuste de las bobinas de sintonía se comenzará por el circuito de O.M. En primer lugar se sintonizarán el oscilador y el receptor a 1.600 Kc/s. y se ajusta el trimmer de C_1 para obtener la salida máxima. Después se sintonizan oscilador y receptor a 525 Kc/s. ajustando el núcleo de

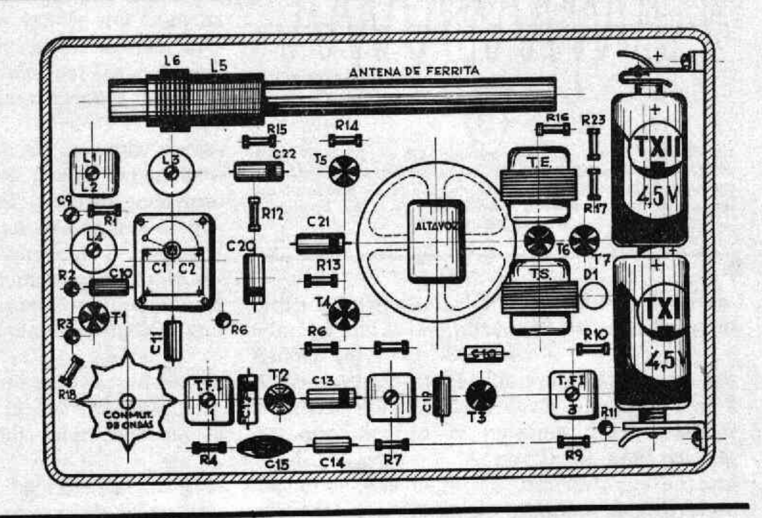


Fig. XVI-18. — Disposición de los elementos del receptor sobre la placa de montaje.

L_3 para obtener la salida máxima. Repetir estos ajustes dos o tres veces.

Seguidamente ajustaremos los elementos de sintonía de la banda de O.C. en la forma indicada a continuación:

Póngase el conmutador en la posición de O.C. aplicando en el terminal de antena una señal de 5,8 Mc/s. modulada al 30 por ciento, ajustando el núcleo de L_4 para obtener una salida máxima.

A continuación se ajustará el trimmer de la sección osciladora hasta obtener la salida máxima.

Seguidamente se utilizará la frecuencia de 6,3 Mc/s. modulada sintonizando el receptor, y ajustando el núcleo de la bobina de antena de O.C. para la salida máxima.

Finalmente, se inyectará una señal modulada de 18 Mc/s., sintonizando el receptor y obteniendo la salida máxima mediante el ajuste del trimmer de antena de la banda de O.C.

LECCIÓN XVII

LOS RECEPTORES PARA FRECUENCIA MODULADA

Generalidades

En los últimos años ha aumentado con rapidez el número de emisiones en frecuencia modulada, dentro del campo de la radiodifusión.

Como consecuencia inmediata ha aumentado a un ritmo similar la fabricación de receptores aptos para este método de emisión.

El hecho diferencial entre el procedimiento clásico de modulación, el de amplitud (A.M.) y el de frecuencia (F.M.) es el método empleado para modificar la onda portadora, que vamos a estudiar a continuación.

Modulación de la onda portadora

A este propósito debemos recordar que las ondas sonoras que llegan hasta el micrófono de la emisora, son transformadas en corrientes de baja frecuencia, que mediante el proceso de modulación de su amplitud, hacen variar la de la onda portadora de R.F. que se transmite a través del espacio.

En la onda portadora modulada en amplitud se han incorporado por este hecho, las características de la corriente de B.F. moduladora.

Pero esta modificación de la onda portadora no es la única que puede experimentar; existen otras varias, pero de momento nos limitaremos a la que nos interesa, que es la modulación de frecuencia.

En la fig. XVII-1 podemos apreciar la diferencia de la onda portadora modulada, según el procedimiento de modulación empleado.

En *a*) se representa la onda portadora, de alta frecuencia y en *b*) la onda moduladora, que es la de salida del micrófono de la emisora.

En (c) se muestra la representación gráfica de la onda portadora modulada en amplitud por la moduladora (b).

Las características de esta clase de modulación son:

La frecuencia de la portadora no se modifica; únicamente sufre variación su amplitud.

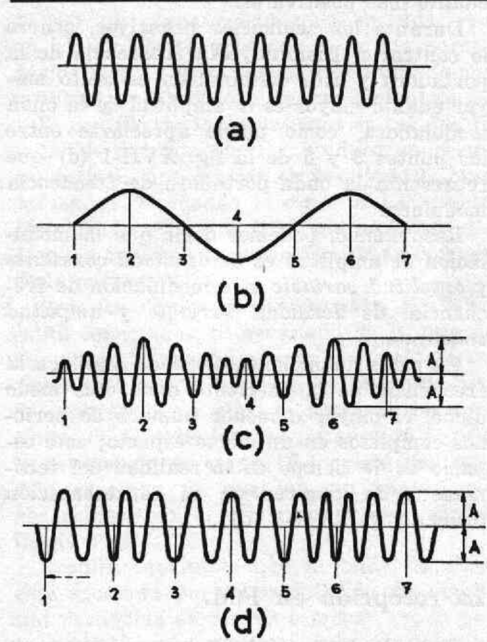


Fig. XVII-1. — Modulación de la onda portadora: (*a*) Onda portadora antes de la modulación; (*b*) Onda moduladora de B.F.; (*c*) Onda portadora modulada en amplitud (M.A.); (*d*) Onda portadora modulada en frecuencia (M.F.).

Esta variación sigue el ritmo de variación de la amplitud de la onda moduladora (b).

En efecto: en (b) la amplitud crece, haciéndose más positiva desde el punto 1 al 2 en que alcanza el máximo para decrecer hasta el punto 3. A partir de aquí va haciéndose más negativa, aumentando su amplitud, para llegar al máximo negativo en el punto 4 y decrecer progresivamente, lo

que equivale a hacerse menos negativa, hasta llegar al punto 5 en que se anula.

A partir de este punto, final del ciclo, se repite éste en idénticas condiciones.

En la modulación de frecuencia se mantiene constante la amplitud de la onda portadora, variando su frecuencia de acuerdo con el ritmo de variación de la onda moduladora (b).

Esta variación de frecuencia de la portadora obedece a la ley siguiente:

Durante los semiciclos positivos de la portadora, es decir, entre los puntos 1 y 3, 5 y 7, ... la frecuencia de ésta aumenta y es tanto mayor cuanto mayor es la amplitud de la moduladora, o dicho de otra forma, cuanto más positiva es.

Durante los semiciclos negativos, ocurre lo contrario. Disminuye la frecuencia de la portadora y esta disminución es tanto mayor cuanto mayor es la amplitud de la onda moduladora, como puede apreciarse entre los puntos 3 y 5 de la fig. XVII-1 (d) que representa la onda portadora de frecuencia modulada.

Resumiendo, podemos decir que la modulación de amplitud es de *densidad constante* y *amplitud variable* y la modulación de frecuencia, de *densidad variable* y *amplitud constante*.

En estas definiciones *densidad* significa la frecuencia de la corriente o de otro modo dicho, el mayor o menor número de períodos completos en un cierto espacio; este espacio es de tiempo en la realidad del fenómeno y de longitud en su representación gráfica (fig. XVII-1 [d]).

La recepción en F.M.

Para la recepción de las emisiones de F.M. son necesarios circuitos más complicados que para las de amplitud modulada (A.M.).

Los receptores diseñados para esta última, pueden adaptarse a la recepción de F.M. mediante algunas modificaciones y adiciones que examinaremos más adelante.

El receptor para F.M. debe, en primer lugar recibir una banda de frecuencias mucho más amplia que en A.M. por lo que, si se trata de un superheterodino, que es lo más corriente, debe poseer circuitos de F.I. de amplia banda de paso dentro de la sensibilidad necesaria.

En segundo término, el receptor para F.M. debe disponer de un medio capaz de transformar las variaciones de frecuencia de la portadora, en variaciones de amplitud.

Una tercera condición, si se quiere obtener una de las principales ventajas de este método de transmisión, la reducción de las interferencias hasta el límite máximo, es la provisión de un dispositivo que permita eliminar las variaciones de amplitud de la portadora, antes de llegar al detector.

Antes de entrar de lleno en la descripción del circuito objeto de nuestro montaje, vamos a hacer un examen de la constitución típica de los receptores aptos para la recepción de emisiones de amplitud o frecuencia modulada.

Esquema de principio de un receptor para F.M. y A.M.

Era lógico esperar, dado el auge alcanzado por las emisoras de F.M., el deseo de los poseedores de radiorreceptores para emisiones de amplitud modulada de poder obtener las ventajas de este nuevo método de emisión, entre las que podemos mencionar las inherentes a las transmisiones en la banda de O.C., la mayor anchura de la banda transmitida y la supresión de ruidos e interferencias producidas por las chispas del encendido de los motores y otros orígenes de perturbación a los que son sensibles los receptores clásicos.

Aunque en un principio hubo de recurrirse a la adquisición de un nuevo receptor para la recepción exclusiva de emisiones de F.M., a partir de este último quinquenio, se impuso la fabricación de receptores que puedan recibir indistintamente los dos géneros de emisión: F.M. y A.M.

Por esta razón vamos a referirnos exclusivamente a esta clase de receptores. En la figura XVII-2 se representan los distintos pasos que, en principio, los constituyen. En la parte superior se ha hecho constar la función de cada uno de ellos cuando se utiliza el receptor para la audición de emisoras de amplitud modulada A.M. y en la inferior la que corresponde a los mismos pasos cuando se dispone el circuito del receptor para la de emisoras de frecuencia modulada F.M.

Los tipos de lámparas que figuran en cada uno de los bloques, se han fijado como orientación, pudiendo utilizarse otros similares.

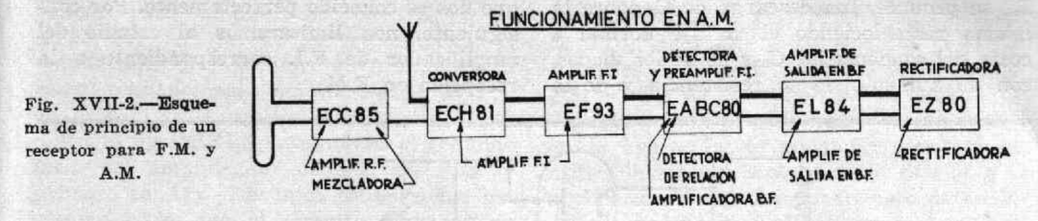


Fig. XVII-2.—Esquema de principio de un receptor para F.M. y A.M.

Pasos rectificador y amplificadores en B.F.

Estos pasos son comunes y no requieren modificación alguna en lo que se refiere a su utilización en cualquiera de las dos clases de funcionamiento del receptor.

Únicamente debemos advertir que será conveniente mejorar y ampliar hasta los 15.000 c/s. la curva de respuesta de los pasos preamplificador y final de B.F.

Detector en F.M.

En un principio se utilizaron circuitos demoduladores a cuya entrada se aplicaba la F.I. de F.M. obteniéndose, en su salida, corrientes de B.F. de amplitud variable, reproducción de la onda de B.F. moduladora de la onda portadora.

Entre estos circuitos, podemos mencionar el denominado "discriminador" ideado por Foster y Seeley. Hoy día ya no suelen utilizarse en los montajes más modernos, siendo de aplicación casi exclusiva el "detector de relación" que además de poseer las características del discriminador, en cuanto se refiere a la modulación de frecuencia, es insensible a las variaciones de amplitud de la señal de F.I., evitándose el empleo de un paso limitador intercalado entre el amplificador de F.I. y el discriminador.

El limitador funciona como un amplificador de F.I. con reducido voltaje de placa y con polarización de rejilla tales que se sobrecargue fácilmente y por consiguiente cualquier aumento de nivel en su entrada, no se traduce en aumento en el de salida.

Los ruidos y parásitos perturbadores no producen una variación apreciable en la frecuencia de la portadora pero la amplitud de la misma es más afectada. La acción del limitador enmascara y anula esta última variación antes de entrar en el discriminador.

En la fig. XVII-3 se representa el circuito del detector de relación. Está formado por un transformador de entrada, con un arrollamiento primario L_1 y dos secundarios L_2 y L_3. Este último tiene uno de sus terminales conectados al punto central de L_2.

El sentido de los devanados es tal que la señal de entrada, de F.I., induce en el secundario L_3 una tensión en fase y en L_2 otra defasada 90° cuando el circuito L_2-C_1, está sintonizado a la F.I. (10,7 Mc/s.). Este defasaje varía con la variación de frecuencia de la portadora.

Los dos diodos de la lámpara EABC80 están conectados, al devanado de L_2 una de las extremidades del mismo al cátodo de un diodo y la otra a la placa del segundo diodo, aplicándose a ellos la suma de las tensiones de L_3 y de las dos mitades de L_2. En la resistencia de carga (R_3) existe una tensión continua ya que las variaciones son absorbidas por el condensador electrolítico C_2, de 5 μF.

Resulta inevitable que la onda de F.M. esté afectada por la modulación de amplitud producida en mayor o menor grado por perturbaciones extrañas; esta modulación parásita es suprimida en el detector de relación, según vamos a ver seguidamente:

Cuando aumenta la amplitud de la señal, este aumento tiende a reflejarse en R_3, produciéndose una corriente de carga de C_2, suministrada por los diodos, cuya resistencia, en paralelo con L_2, disminuye, disminuyendo como consecuencia la tensión entre los terminales de L_2. En consecuencia la acción de C_2 se opone al aumento de la tensión entre los terminales de R_3 y por tanto al de la señal detectada.

Si, por el contrario, disminuye la amplitud de la señal, el efecto es contrario y al disminuir la tensión entre los extremos de

R_3, se produce una descarga de C_2 sobre la misma restableciendo el voltaje normal a costa del condensador C_2 y no de los diodos, con un aumento de su resistencia y de la tensión en el secundario L_2. La estabilización del voltaje de R_3 se consigue nuevamente por medio de C_2.

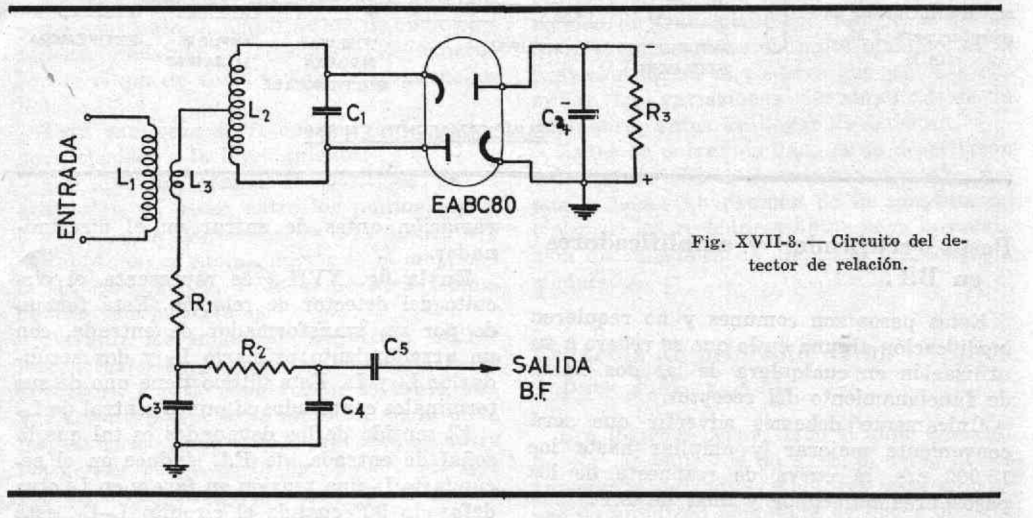


Fig. XVII-3. — Circuito del detector de relación.

Amplificación de F.I.

No creemos necesario detenernos en el estudio del funcionamiento de esta parte del receptor en su funcionamiento para recibir emisiones de amplitud modulada, ya que nos es conocido perfectamente. Por consiguiente, nos limitaremos al estudio del amplificador de F.I. correspondiente a la recepción en F.M.

La banda amplificada es mucho más ancha que en A.M. y la F.I. también es mucho más elevada. Esto obliga a una amplificación menor que en A.M. y para compensarla se utilizan dos pasos de amplificación en F.I. en lugar de uno solo.

En F.M. se utiliza un paso conversor adicional, que no tiene aplicación cuando se reciben emisiones de A.M. La conversora del circuito de A.M. trabaja en F.M. como

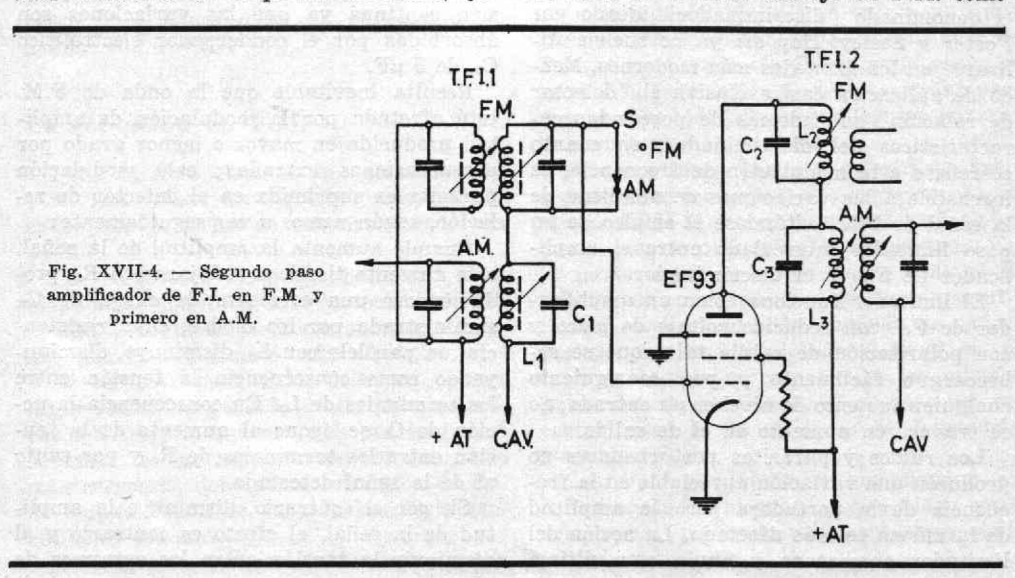


Fig. XVII-4. — Segundo paso amplificador de F.I. en F.M. y primero en A.M.

primer paso amplificador de F.I. y la EF93, que en la fig. XVII-2 está asignada al amplificador de F.I., único en A.M., trabaja como segundo paso amplificador de F.I. en F.M.

En la fig. XVII-4 se muestra el segundo paso del amplificador de F.I. en F.M. y primero en A.M. La única conmutación necesaria para que el circuito funcione en una u otra de sus aplicaciones es la establecida por el conmutador S, que en recepción de A.M. cortocircuita el secundario del primer transformador de F.I. correspondiente a F.M. quedando en circuito cuando se reciben emisoras de F.M.

En este caso, el condensador C_1 constituye un cortocircuito para la frecuencia intermedia de F.M. (10,7 Mc/s.).

En relación con la salida de la EF93, cuando el receptor trabaja en A.M. la impedancia de L_3, primario del segundo transformador de F.I. en F.M., es insignificante a 470 Kc/s. mientras que en F.M. es C_3 el que constituye prácticamente un cortocircuito para 10,7 Mc/s. mientras que la impedancia de L_3 es muy elevada.

Vemos que, como resultado de la gran diferencia entre los valores de la F.I. correspondiente a F.M. se dispone automáticamente el circuito del segundo amplificador de F.I., en F.M., y primero en A.M. en condiciones de perfecto funcionamiento, según el caso de aplicación del receptor.

Como primer paso de amplificación de F.I. en la recepción de emisiones de F.M. se utiliza la sección heptodo de la ECH81 y la explicación de su funcionamiento es análoga a la dada anteriormente para el segundo paso.

Pasos amplificador de R.F. y mezclador

Las elevadas frecuencias utilizadas en las emisiones de F.M. plantean problemas especiales en estos dos pasos, que han obligado a utilizar una unidad independientemente y convenientemente blindada, conocida con la denominación de "sintonizador", que requiere un ajuste muy esmerado, por lo que es recomendable su adquisición de fabricantes acreditados.

Entre los diferentes tipos de lámparas ensayadas para esta unidad, ha sido adoptado un doble triodo, que entre otros equivalentes, suponemos sea una lámpara ECC85, uno de cuyos triodos trabaja como

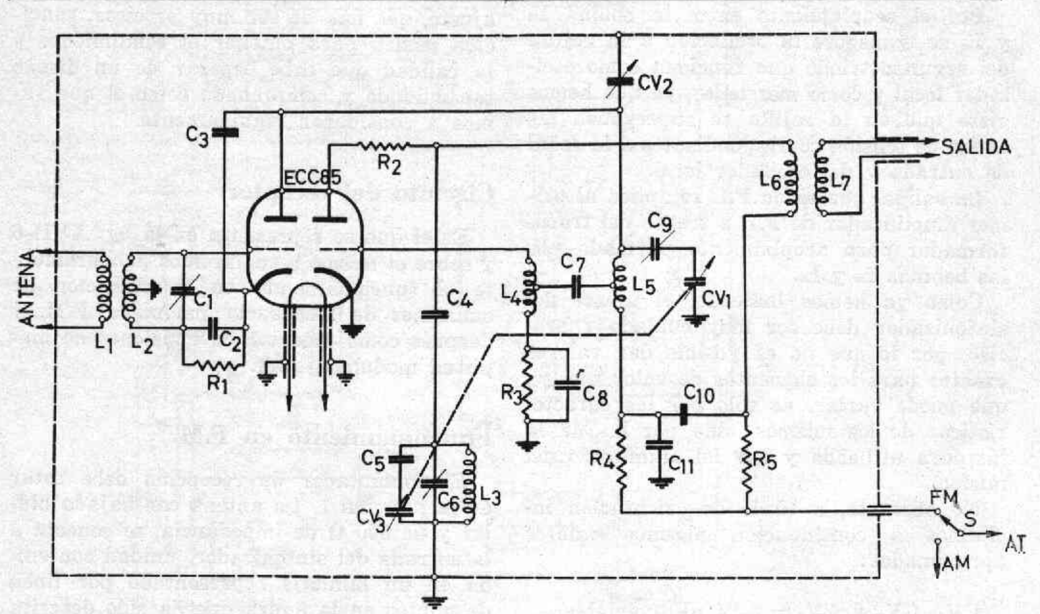


Fig. XVII-5. — Circuito del "sintonizador", uno de los triodos (izquierda) trabaja como amplificador de R.F. y el otro como oscilador-mezclador.

amplificador de R.F. y el otro como oscilador mezclador.

La fig. XVII-5 representa el circuito del sintonizador. A los terminales de ENTRADA se conecta la antena cuyo circuito se cierra a través de L_1, primario del transformador de entrada, cuyo secundario, sintonizado por el condensador C_1 aplica la señal captada por la antena en la rejilla del primer triodo del doble triodo ECC85, que como hemos indicado, trabaja como amplificador de R.F.

La salida se aplica al circuito sintonizado formado por la bobina L_5 y el condensador variable CV_1. La alimentación de la placa se establece a través del conmutador S, de dos posiciones, que transfiere el + de A.T. al sintonizador F. M. o a la conversora de frecuencia, en su posición A.M.

La tensión desarrollada en L_5 se aplica a la L_4 a través del condensador de acoplamiento C_7.

Esta bobina (L_4) aplica la tensión transferida desde L_5 a la rejilla del segundo triodo de la ECC85. Después de atravesar la resistencia R_2, se toma parte de la tensión amplificada para alimentar el circuito sintonizado L_3-CV_3. El nivel de la tensión de regeneración que atraviesa la bobina L_8 puede regularse por medio del condensador ajustable C_6.

Por el acoplamiento entre la bobina L_3 y L_4 se transfiere la oscilación a la rejilla del segundo triodo que funciona como oscilador local y como mezclador, ya que hemos visto que en la rejilla se superponen las ondas de tensión correspondientes a la señal de entrada y del oscilador local.

La salida, que es de F.I. se aplica al primer amplificador de F.I. a través del transformador para acoplamiento, formado por las bobinas L_6 y L_7.

Como ya hemos indicado, el ajuste del sintonizador debe ser muy cuidado y preciso, por lo que no es posible dar valores exactos para los elementos de valor fijo, ya que puede variar, no sólo por las características de los mismos, sino por las de la lámpara utilizada y las del alumbrado del mismo.

No obstante, a título de orientación incluimos a continuación algunos valores aproximados:

CV_1, CV_2 y CV_3 = 3-12 pF (variable)
C_1, C_6 y C_9 = 3-30 pF (ajustables)
C_2 = 1.500 pF (mica)
C_3-C_7 = 120 pF (mica)
C_4 = 17 pF (mica)
C_5-C_8 = 50 pF (mica)
C_{10} = 150 pF (mica)
C_{11} = 800 pF (cerámico)
R_1 = 220 Ω
R_2 = 10.000 Ω
R_3 = 1 MΩ
R_4 = 2.000 Ω
R_5 = 5.000 Ω

Una vez terminado el breve estudio sobre los circuitos peculiares del receptor para F.M. vamos a acometer el montaje de un receptor para ambas clases de emisiones, F.M. y A.M.

Montaje de un receptor de seis lámparas para A.M. y F.M.

Entre los diferentes esquemas de receptores, capaces de trabajar tanto con modulación de amplitud como con modulación de frecuencia, hemos seleccionado uno que ha sido diseñado para la utilización de elementos prefabricados que pueden ser adquiridos en el comercio.

Nos referimos a los de la marca Miniwatt, y la razón de hacerlo así, es que la mayoría de los aficionados carecen del instrumental necesario para su construcción y ajuste, que han de ser muy precisos, condición básica para obtener el rendimiento y la calidad que cabe esperar de un diseño tan cuidado y comprobado como el que vamos a considerar seguidamente.

Circuito del receptor

Es el que se representa en la fig. XVII-6 y sobre el mismo estudiaremos primeramente el funcionamiento en la recepción de emisiones de frecuencia modulada F.M. y después como receptor de emisiones de amplitud modulada A.M.

Funcionamiento en F.M.

El conmutador de recepción debe estar en la posición 1. La antena con bajada bifilar y de 300 Ω de impedancia, se conecta a la entrada del sintonizador, unidad contenida en un blindaje representado por línea de puntos en la figura que ha sido descrita anteriormente.

El código del sintonizador es A3.696.75. El ajuste de su sintonía se realiza por me-

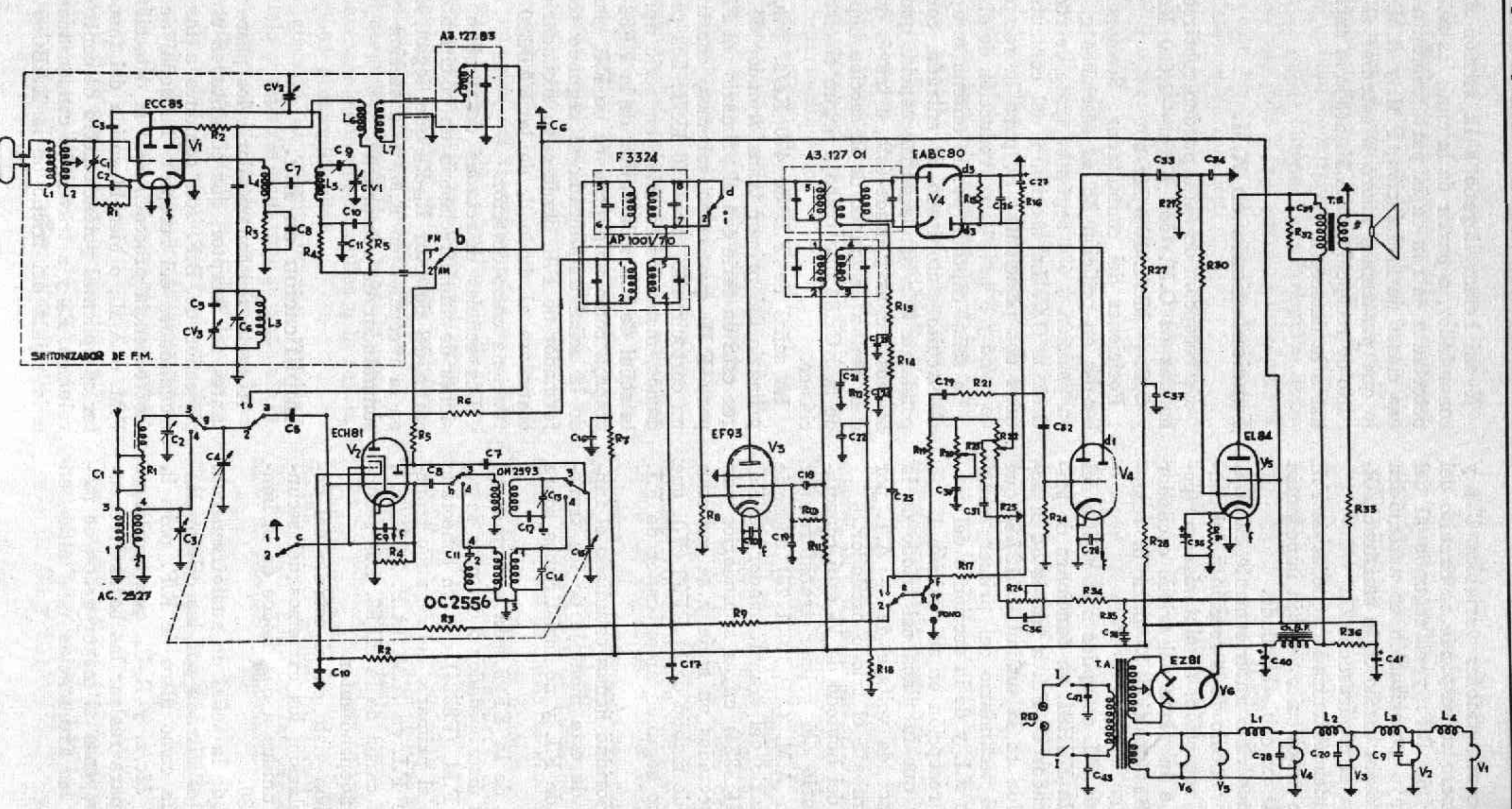


Fig. XVII-6. — Circuito del receptor para A.M. y F.M.

dio de los condensadores variables CV_1 y CV_3; el primero corresponde al circuito del amplificador de R.F. y el segundo al del oscilador, cuya polarización es automática y se consigue por medio de la resistencia R_3 shuntada por el condensador C_8.

La salida del sintonizador, que es de F.I. se realiza en un circuito de baja impedancia por medio de un cable blindado.

Como hemos visto anteriormente, la A.T. se aplica, por medio de la sección *b* del conmutador de recepción, al sintonizador (posición 1) o a la placa del triodo oscilador de la ECH81 (posición 2) para la recepción de A.M.

La señal de F.I. se aplica a la rejilla del héptodo de la ECH81, en funciones de primer amplificador de F.I. a través de la bobina contenida en la unidad A3.127.83 que constituye el secundario del primer transformador de F.I. y de la sección *a* del conmutador de recepción en su posición 1.

Obsérvese que la placa del triodo de la ECH81 carece de voltaje de + A.T. por lo que no trabaja el triodo oscilador.

La placa del héptodo de V_2 está conectada al primario del primer transformador de F.I. para A.M. (AP 1.001/70) en serie con el primario del transformador de F.I. para F.M. (F.3324) cuyos secundarios van también conectados en serie y se conectan a la rejilla de mando de la EF93 (V_3), que trabaja como segundo amplificador de F.I. en F.M.

Con anterioridad hemos estudiado el funcionamiento de este montaje de los transformadores de F.I. y no insistiremos sobre el mismo.

La salida de la EF93 está conectada al primario del discriminador o detector de relación para F.M. (F3324) que va conectado en serie con el primario del segundo transformador de F.I. en A.M. (A.P. 1.001/70), formando la carga de la EF93. Los secundarios son independientes.

Como hemos visto en el estudio del detector de relación, los extremos del secundario están unidos a dos diodos de la lámpara EABC80.

La salida de la señal de audiofrecuencia del detector es filtrada por las células R_{13}-C_{23} que actúa como filtro de R.F. para la F.I. de 10,7 Mc/s. y R_4-C_{24} que constituye un circuito para realzar las bajas frecuencias, que compensa el mayor grado de modulación de las frecuencias más altas, en el transmisor.

Y así hemos llegado a la sección *e* del conmutador, a partir de la cual, las señales detectadas entran en la parte común a ambas clases de modulación, F.M. y A.M. por lo que pasaremos ahora a estudiar el circuito de recepción en A.M. desde la entrada hasta la detección.

Funcionamiento en A.M.

En recepción de A.M. pueden cubrirse las bandas de O.M. (550 Kc/s. — 1.600 Kc/s.) y O.C. (6 Mc/s. 19,5 Mc/s.).

Posiciones del conmutador: Secciones a-b-c-d-e en posición 2; las secciones g, h, i en posición 3 ó 4 según se trate de recibir O.M. u O.C. La sección f del conmutador tiene dos posiciones; R, para la recepción de radio y F para la reproducción de discos.

La señal captada por la antena se aplica al circuito sintonizado de entrada, correspondiente a la banda de frecuencias que deseemos recibir y desde éste, a través de C_5, a la rejilla de mando de la sección héptodo de la ECH81 que trabaja según el circuito clásico.

La señal de F.I. de 470 Kc/s. pasa al primario del primer transformador de F.I. que está en serie con el primario del F3324 para F.M. que, como sabemos, constituye un cortocircuito para 470 Kc/s. Los secundarios, montados también en serie aplican la señal de F.I. a la rejilla de la EF93 que trabaja como amplificadora de F.I., pasando la señal amplificada al segundo transformador de F.I., desde cuyo secundario se transfiere al diodo d_1 de la EABC80 que funciona como detector.

Las señales detectadas desarrollan tensiones de audiofrecuencia en el circuito de carga del detector R_{12}-R_{18} que llegan, como en la recepción en F.M. a la sección *e* del conmutador de recepción.

Amplificación en B.F.

A partir del conmutador *e* los pasos restantes del receptor, que constituyen el amplificador de B.F. son comunes a las dos modalidades del receptor. La señal de audiofrecuencia procedente de la detección de F.M. o A.M., o bien la salida del fonocaptor se aplica al potenciómetro de control de volumen, R_{22} y a través del condensador C_{32} a la rejilla del triodo de la EABC80 que

trabaja como preamplificador de audiofrecuencia.

La polarización se obtiene por la corriente de rejilla a través de la resistencia R_{24}, lo que evita el zumbido que se produciría si la polarización se obtuviese directamente de la unidad de alimentación.

No se puede obtener la polarización automática por cátodo ya que éste es común a la sección triodo y a uno de los diodos (d_2) del detector de relación.

Merecen especial atención los circuitos de control de volumen y de tono, intercalados entre el detector y la rejilla del preamplificador de B.F.

Mediante ellos se obtiene un tipo de regulación de tonos denominado de regulación "fisiológica" en la que al reducir el nivel con el potenciómetro de volumen se tiene la impresión de que no varía la respuesta.

Para ello se han dispuesto dos redes constituidas por R_{21}-C_{29} y R_{23}-C_{31} mediante las que se consigue que las notas bajas y agudas se atenúen menos que las medias al reducir el volumen con el potenciómetro R_{22}.

Este potenciómetro es de 500.000 Ω con toma intermedia a los 50.000 Ω.

El circuito R_{23}-C_{31}, derivado entre la toma intermedia y el extremo inferior de R_{22} realza los tonos bajos a medida que se reduce el volumen. La red R_{21}-C_{29} da paso a las frecuencias altas independientemente de la posición del potenciómetro de volumen.

La salida del preamplificador está acoplada a la rejilla del paso amplificador final, equipado con el pentodo de potencia EL84 (V_5), a través de un circuito resistencia-capacidad.

El primario del transformador de salida está shuntado por el circuito C_{39}-R_{32}, que sirve para igualar la respuesta del receptor, consiguiendo un nivel de audición prácticamente constante hasta los 10.000 c/s.

Del secundario de T.S. se toma la tensión de contrarreacción que se aplica a la rejilla del triodo preamplificador.

El circuito de realimentación es algo complejo y está formado por la resistencia R_{33} en serie con dos redes, una de ellas formada por la resistencia R_{34} sobre la que se deriva a masa el conjunto formado por R_{35}-C_{38}, y la otra formada por la resistencia variable R_{26} shuntada por el condensador C_{36}.

Esta última permite variar, mediante R_{26}, el voltaje de realimentación de las frecuencias bajas y por tanto su nivel de salida.

A partir de los 1.000 c/s. el condensador C_{36} constituye casi un cortocircuito y por tanto no influye en la regulación la posición del cursor de R_{26}.

El nivel de salida depende de la posición del cursor del potenciómetro de volumen. Cuando está en la de mínima amplificación aumenta la influencia de R_{20} lo que permite una regulación más amplia de las frecuencias bajas en las emisiones locales.

Para las frecuencias superiores a los 3.000 c/s. la combinación R_{35}-C_{38} hace que la tensión de contrarreacción disminuya a medida que aumenta la frecuencia lo que produce un aumento de nivel de los agudos. El control de tono para los agudos puede realizarse atenuando las altas frecuencias a la entrada del preamplificador por medio del potenciómetro R_{20} en serie con el condensador C_{30}.

Unidad de alimentación

La constituyen, el transformador de alimentación T.A. provisto de dos secundarios: uno de A.T., formado por secciones, con toma central conectada a masa y otro para calefacción de los filamentos de las lámparas del receptor y de la rectificadora.

Una lámpara rectificadora de onda completa tipo EZ81 y el filtro de aplanamiento formado por la bobina (Ch.B.F.) de 8 H = = 100 Ω, en serie con la resistencia R_{36} reductora de tensión, y dos condensadores electrolíticos C_{40} y C_{41}.

La alimentación de placa de la EL84 se toma a la salida de la bobina del filtro, lo que permite disponer de mayor tensión que en el resto de las lámparas, incluida la rejilla pantalla del paso final.

A fin de evitar oscilaciones perturbadoras producidas por acoplamientos a través del circuito de filamentos se han provisto células de desacoplo L_1-C_{28}, L_2-C_{20}, L_3-C_9 y L_4.

Las inductancias L_1, L_2, L_3 y L_4 están formadas por el propio conductor de filamentos, que entre cada dos lámparas está arrollado en forma de bobina.

Elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Uno de 0,005 μF (cerámica) (C_1).
Cuatro ajustables de 3-30 pF (trimmer) (C_2, C_8, C_{13} y C_{14}).

Dos variables, de 410 pF en tándem (C_4 y C_{15}).
Uno de 120 pF (cerámica) (C_5).
Quince de 0,01 μF (C_6, C_9, C_{10}, C_{16}, C_{17}, C_{18}, C_{19}, C_{20}, C_{25}, C_{26}, C_{28}, C_{32}, C_{33}, C_{42} y C_{43}).
Uno de 470 pF (cerámica) (C_7).
Tres de 47 pF (cerámica) (C_8, C_{21} y C_{22}).
Dos de 100 pF (cerámica) (C_{11} y C_{29}).
Uno de 390 pF (cerámica) (C_{12}).
Tres de 0,001 μF (cerámica) (C_{23}, C_{24} y C_{30}).
Uno de 10 μF 70 V c.c. (electrolítico) (C_{27}).
Uno de 0,022 μF (C_{31}).
Uno de 220 pF (C_{34}).
Uno de 50 μF — 25 V c.c. (electrolítico) (C_{35}).
Dos de 0,1 μF (papel) (C_{36} y C_{37}).
Uno de 0,05 μF (papel) (C_{38}).
Uno de 0,02 μF (C_{39}).
Dos de 50 μF 300 V (electrolítico) (C_{40} y C_{41}).

Resistencias.

Tres de 33.000 Ω (R_1, R_5 y R_{10}).
Dos de 27.000 Ω 1 watio (R_2 y R_4).
Tres de 1 MΩ (R_3, R_9 y R_{20}).
Una de 15.000 Ω (R_6).
Dos de 2.000 Ω (R_7 y R_{11}).
Una de 68 Ω (R_8).
Dos de 47.000 Ω (R_{12} y R_{14}).
Una de 100 Ω (R_{13}).
Dos de 10.000 Ω (R_{15} y R_{32}).
Una de 390 Ω (R_{16}).
Una de 2 MΩ (R_{17}).
Tres de 220.000 Ω (R_{18}, R_{21} y R_{27}).
Una de 0,1 MΩ (R_{19}).
Un potenciómetro de 1 MΩ logarítmico (R_{22}).
Una de 15.000 Ω (R_{23}).
Una de 10 MΩ (R_{24}).
Una de 180 Ω (R_{25}).
Un potenciómetro de 50.000 Ω logarítmico (R_{26}).
Una de 180.000 Ω (R_{28}).
Una de 680.000 Ω (R_{29}).
Dos de 1.000 Ω (R_{30} y R_{33}).
Una de 150 Ω, 1 vatio (R_{31}).
Dos de 470 Ω (R_{34} y R_{35}).
Una de 2.000 Ω bobinada — 5 vatios (R_{36}).
NOTA. — Todas las resistencias son de carbón y de 0,5 vatios, cuando no se indique lo contrario.

Varios.

Un chasis de 50 × 28 × 8 cm.
Una lámpara ECC85 (V_1) (en el sintonizador F.M.).
Una lámpara ECH81 (V_2).
Una lámpara EF39 (V_3).
Una lámpara EABC80 (V_4).
Una lámpara EL84 (V_5).
Una lámpara EZ81 (V_6).
Cuatro soportes para lámparas Noval.
Un soporte para lámpara miniatura.
Una unidad sintonizadora (F.M.) A.3.696.75 — Miniwatt.
Un transformador de F.I. (F.M.) F. 3324 — — Miniwatt.
Un transformador de F.I. (F.M.). Detector de relación A.3.127.01 Miniwatt.
Una barra de ferroxcube 56.681.23/4 B.
Una bobina de antena de O.C. = AC 2527 Miniwatt.
Una bobina osciladora de O.M. — O.M. 2593.
Una bobina osciladora de O.C. — O.C. 2556.
Dos transformadores de F.I. (M.A.) AP-1001/70 Miniwatt.
Un transformador de salida (T.S.) 5180.
Un transformador de alimentación (T.A.) de las siguientes características:

Primario: De características adecuadas a las de la red industrial.

Secundario: De A.T. — Dos secciones de 300 V. Toma central a masa. De filamentos 6,3 V — 3 A.

Un altavoz de doble cono, alta fidelidad, 9.779 M.
Dos lamparitas piloto 6,3 V. — 0,1 A.
Un interruptor bipolar I.
Un conmutador de recepción de nueve secciones de dos posiciones.
Un capuchón para la lamparita piloto.
Terminales de conexión para "antena", "tierra" y "fono".
Cuatro botones de mando para sintonía, volumen, control de agudos y conmutador de recepción.
Un dial de sintonía.
Hilo para conexiones, cable blindado, cable bifilar para R.F., terminales para conexiones y tomas de masa, tornillería, soldadura y otros elementos accesorios para el montaje.

Montaje del receptor

Para facilitar la mejor distribución de los elementos que han de montarse en la parte superior del chasis, hemos dado en la fig. XVII-7 una idea gráfica aproximada de la misma, que puede sufrir ligeras modificaciones de acuerdo con las características físicas de los elementos empleados.

El empleo de lámparas de gran amplificación y de transformadores de F.I. de alto factor Q, obligan a adoptar precauciones especiales, de las que a continuación mencionaremos las más interesantes, con el fin

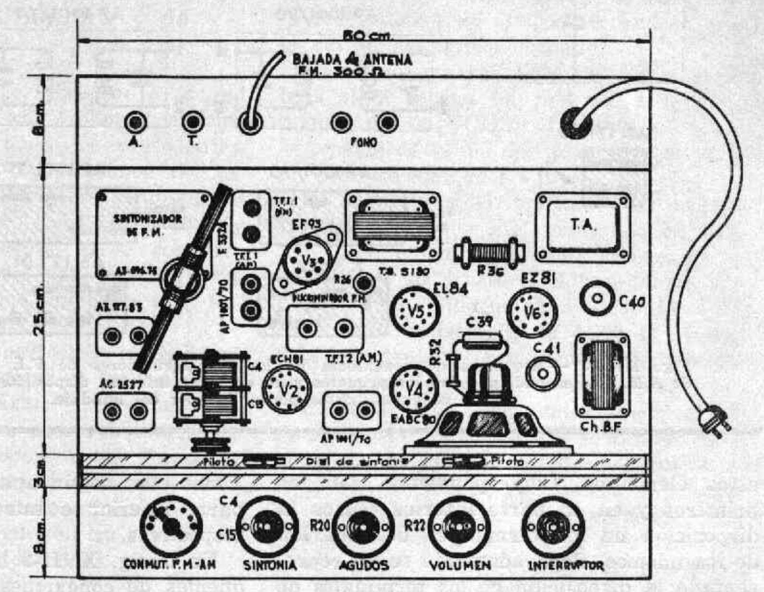


Fig. XVII-7. — Disposición de los elementos del receptor.

de evitar el establecimiento de oscilaciones parásitas.

La línea de suministro del + A.T. debe desacoplarse convenientemente por medio de células de filtraje constituidas por resistencias y condensadores, según se representa en la fig. XVII-7.

De acuerdo con lo indicado anteriormente y con objeto de evitar realimentaciones a través de los conductores de filamento, se realizarán con éstos unas pequeñas autoinducciones, desacoplando los filamentos por medio de condensadores.

En los pasos de amplificación de audiofrecuencia, bastará con trenzar los dos hilos filamentos, según es norma en el montaje de receptores de alterna, con objeto de evitar el zumbido de la red.

En cada uno de los pasos a los que se aplique la tensión de C.A.V. se desacoplará este circuito por medio de un filtro R-C.

Es importantísimo fijar la necesaria posición de los elementos y las conexiones para evitar los acoplamientos entre circuitos. En este aspecto debe prestarse especial atención a los elementos provistos de núcleos magnéticos y al blindaje de los mismos.

Utilícese un terminal único de conexión a masa, elegido convenientemente, en cada etapa amplificadora. Este terminal debe tener suficiente masa, ser relativamente corto y estar en perfecto contacto con el chasis. El mejor punto de conexión para la toma de masa suele ser las aletas de fijación al chasis de los soportes de las lámparas, evitando el empleo de las pantallas de blindaje situadas en el centro de los soportes de las lámparas Noval y miniatura.

En el paso de audiofrecuencia EABC80 conviene separar los puntos, de toma de masa del cátodo y resistencia de escape de rejilla de la de filamento.

Utilizaremos conductores blindados para las conexiones de los potenciómetros de volumen y control de agudos. La conexión de masa del blindaje del conductor correspondiente al control de volumen debe realizarse en el mismo punto que la del cátodo de la EABC80, común al detector de relación de F.M. y al diodo detector de A.M.

Para facilitar la conexión de los transformadores de F.I., de F.M. y A.M. y de las bobinas de A.M. se muestran en la figura XVII-8 los esquemas de conexiones de

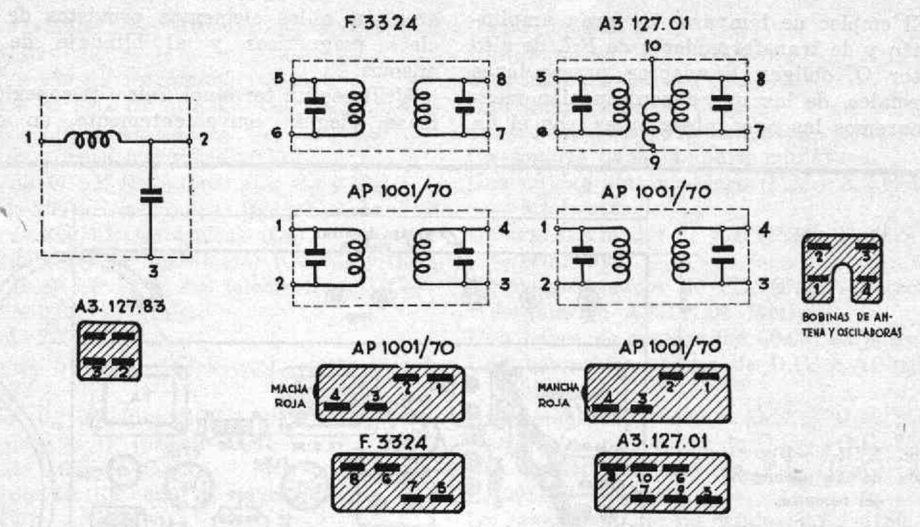


Fig. XVII-8. — Esquemas de conexiones de los transformadores de F.I. y de las bobinas de A.M. Correspondiendo con los primeros y en su parte inferior, disposición de los terminales de conexión, vistos por el interior del blindaje.

estos elementos. Correspondiendo con los primeros y en su parte inferior vemos la disposición de los terminales de conexión de los mismos. Separadamente se ha representado la disposición de los terminales de las bobinas de antena y osciladoras de A.M. Todos ellos según aparecen mirando por la parte inferior e interior de los blindajes respectivos.

En la fig. XVII-9 hemos incluido los esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas utilizadas en este montaje, a

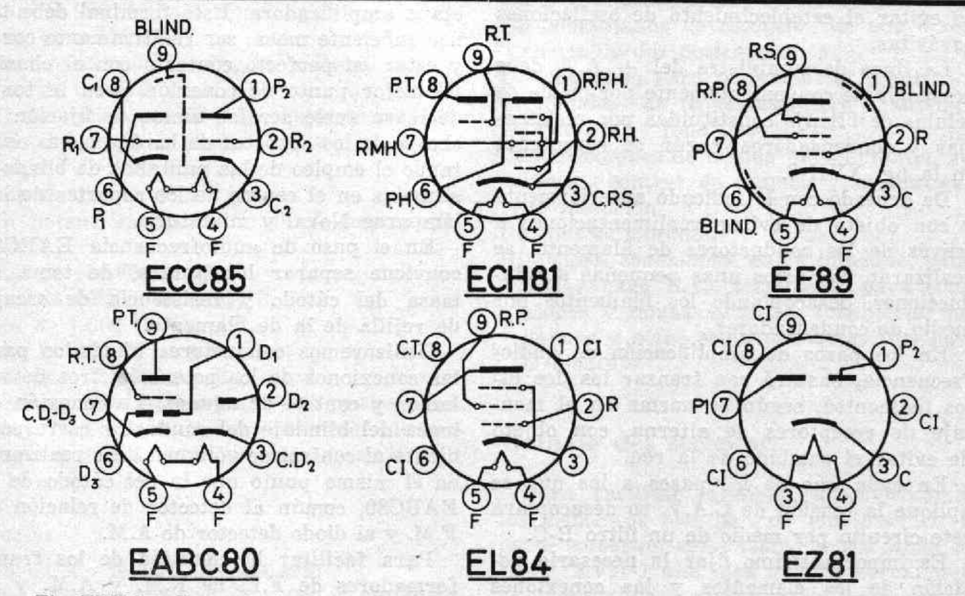


Fig. XVII-9. — Esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas. C.I. = conexión interior.

los terminales de conexión exteriores. Esta información será de gran utilidad para los que carezcan de la misma.

AJUSTE DEL RECEPTOR

Comprobación del montaje y de las tensiones

Antes de conectar el receptor a la red para su alimentación, comprobaremos, como hemos hecho en los montajes precedentes, todas las conexiones ayudándonos del esquema de la fig. XVII-6, correspondiente al circuito del mismo, con objeto de descubrir y corregir cualquier posible error cometido durante el alambrado del receptor, así como las soldaduras que son parte muy importante del montaje.

Una vez todo en perfectas condiciones, alimentaremos el receptor y transcurridos unos segundos, necesarios para el calentamiento de los cátodos, comprobaremos los voltajes de los electrodos de las lámparas, utilizando un voltímetro de alta resistencia (10.000 Ω por voltio, como mínimo).

A continuación se incluyen los valores correctos, que hemos de obtener.

Válvula	Tipo	V_{placa}		V_{g2}		V_{g1}		$V_{cátodo}$	
		A.M.	F.M.	A.M.	F.M.	A.M.	F.M.	A.M.	F.M.
V_1	ECC85	—	210	—	—	—	—	—	—
V_2 (heptodo).	ECH81	235	200	79	87	0,65	0,6	—	—
V_2 (triodo) .	ECH81	95	—	—	—	8,8	—	—	—
V_3	EF93	218	187	103	90	0,45	0,4	0,9	0,8
V_4	EABC80	67	62	—	—	0,5	0,55	—	—
V_5	EL84	272	267	240	218	—	—	7,3	6,4
V_6	EZ81	285	285 (alterna)	—	—	—	—	320	310

En cada columna figuran dos valores; el primero corresponde a la recepción de A.M. y el segundo a la de F.M., en ambos casos sin señal.

ALINEACIÓN DEL RECEPTOR

Etapa de F.I. de A.M.

Aplíquese la salida del generador de R.F. a la rejilla g_1 de la ECH81 a través de un condensador de 0,003 μF. Conéctese un milivoltímetro de B.F. a los terminales del secundario del transformador de salida (T.S.).

Pónganse los potenciómetros de tono y volumen al máximo. El conmutador en posición de O.M. y sintonícese el receptor a la frecuencia más alta, conectando a masa la rejilla del triodo oscilador.

Inyéctese una señal de 470 Kc/s., modulada al 30 % con 400 c/s. en la rejilla de mando de la ECH81. Durante el ajuste, la tensión de salida del generador de salida no debe exceder de 1 voltio.

Se amortigua el primario del segundo transformador de F.I. montando en paralelo con el mismo, una resistencia de 4.000 Ω y se ajustará el secundario para obtener una salida máxima. Después se desconecta la resistencia de 4.000 Ω montándola en paralelo con el secundario, ajustando el primario para máxima salida.

Repítase este procedimiento con el primer transformador de F.I. montando la resistencia de 4.000 Ω en paralelo con el secundario, primero, y ajustando el primario y ajustando después el secundario con el primario amortiguado. Una vez terminado el ajuste, retírese la resistencia de 4.000 Ω.

Ajuste de la gama de O.C.

Conéctese el generador de R.F. al terminal de antena del receptor, a través de una antena artificial. Sintonícese a 6 Mc/s. (modulación a 400 c/s.).

La frecuencia del oscilador local debe ser más elevada que la del generador.

Ajústese el núcleo de la bobina OC2556 para la máxima salida a 6 Mc/s.

Sintonícese ahora el receptor a la frecuencia más alta, inyectando una señal de

19,5 Mc/s. y ajústese el oscilador por medio del trimmer C_{14} para la salida máxima.

Después sintonícese generador y receptor a 6,5 Mc/s. y ajústese el núcleo de la bobina AC2527 para obtener la máxima salida.

Ajústense ambos a 18,5 Mc/s. y el trimmer C_8 para la máxima salida.

Atenúese la salida del generador para que la salida no exceda de 1 voltio durante toda la salida.

Ajuste de la gama de O.M.

Conéctese el generador de R.F. al terminal de antena del receptor a través de una antena artificial, sintonizando el receptor en O.M. a la frecuencia más baja (tándem cerrado). Aplíquese una señal de 550 Kc/s. modulada con 400 c/s. ajustando el núcleo de la bobina osciladora O.M. 2593 para la salida máxima.

A continuación se sintoniza el receptor a la frecuencia más alta (tándem abierto) y se inyecta una señal de 1.600 Kc/s. ajustado el oscilador por medio del trimmer C_{13}.

Repítase el ajuste a 550 y a 1.600 Kc/s.

Sintonícese ahora el generador y el receptor a 600 Kc/s. moviendo la bobina sobre la varilla de ferrita, hasta encontrar la posición que proporciona la máxima salida. Repítanse nuevamente los ajustes, cuidando que la salida del generador no exceda de 1 voltio.

Ajuste de los pasos de F.I. de F.M.

Para este ajuste pueden emplearse dos procedimientos: uno de ellos requiere el empleo de un generador de R.F. de F.M. y el otro utiliza un generador de R.F. de A.M.

Lo más probable es que sean muy pocos los aficionados que puedan disponer de un oscilador de prueba de F.M. por lo que nos referiremos al segundo de estos dos procedimientos.

Inyéctese una señal, no modulada, de 10,7 Kc/s. en la rejilla de mando de la ECH81 a través del condensador C_5 y conéctese un voltímetro de lámpara a los terminales de R_{15}. El voltaje de salida del generador no debe ser superior a 15 V con los potenciómetros de tono y volumen al máximo.

Conéctese una resistencia de 4.000 Ω en paralelo con el secundario del transformador de F.I. A.3.127.01 y ajústese el primario para la máxima lectura en el voltímetro.

A continuación, se conecta la resistencia de 4.000 Ω en paralelo con el secundario del transformador de F.I. F.3324 y se ajusta el primario para la lectura máxima en el voltímetro.

Seguidamente se desconectará el voltímetro y se conecta en la forma siguiente:

Móntense dos resistencias de 220.000 Ω en serie, y en paralelo con R_{15}, poniendo la masa del voltímetro en contacto con el punto de unión en las dos resistencias de 220.000 Ω.

Conéctese el polo positivo del voltímetro al punto de unión de R_{13} y C_{23} y ajústese el secundario del discriminador, hasta que la aguja del voltímetro coincida con el cero de su escala.

Compruébese que se obtienen tensiones de distinta polaridad a un lado y a otro de la frecuencia de 10,7 Mc/s.

Elimínense las resistencias de 220.000 Ω y conéctese nuevamente el voltímetro a los extremos de R_{15}.

Para el ajuste del primer transformador de F.I. conéctese la resistencia de 4.000 Ω en paralelo con el secundario de la unidad A.3.127.83 y se ajusta el primario, situado en la unidad sintonizadora de F.M. para obtener la máxima lectura en el voltímetro. Retírese la resistencia de 4.000 Ω y ajústese el secundario, quedando terminada la alineación del receptor.

LECCIÓN XVIII

AMPLIFICADORES DE AUDIOFRECUENCIA

Generalidades

Al estudiar los diferentes pasos de un receptor, tuvimos ocasión de analizar el diseño y funcionamiento de los de amplificación de las señales detectadas de audiofrecuencia.

Con este motivo pudimos pasar revista a su constitución en la que, como norma general, encontramos un paso amplificador de voltaje, o preamplificador cuya misión es, como sabemos, amplificar la salida del detector en forma de que podamos disponer del voltaje necesario para su aplicación a la rejilla del paso final, amplificador de potencia, dentro de las condiciones normales de funcionamiento.

Estudiamos también el diseño y teoría de los amplificadores finales en contrafase o push-pull, así como los sistemas de control de tono y dispositivos de contrarreacción.

Todo esto podría evitarnos el insistir sobre este tema, pero teniendo en cuenta las múltiples aplicaciones de los amplificadores de audiofrecuencia como unidades independientes, queremos dedicar especial atención al estudio de los mismos y ésta es la labor que vamos a iniciar seguidamente.

Micrófonos y fonocaptores

En la Lección VI y al estudiar el proceso de la Radiodifusión, hubimos de referirnos al micrófono, que es el elemento de transformación de las vibraciones del aire bajo la influencia de los sonidos emitidos en la proximidad de aquél, en corrientes eléctricas de audiofrecuencia utilizadas en la modulación de la onda portadora utilizada para las transmisiones a distancia por medio de la radio.

La aplicación más generalizada de los amplificadores de B.F. es la amplificación de las débiles corrientes de salida de los micrófonos y los fonocaptores, conocidos también con la denominación de "pick-up". El principio fundamental del funcionamiento de micrófonos y pick-ups, es el mismo: la creación de unas corrientes como consecuencia de la vibración de una membrana o elemento similar, en el seno de un campo magnético. Esto justifica el estudio conjunto de estos elementos.

El fonocaptor y su funcionamiento

Así como en el micrófono se produce el movimiento de la membrana por transmisión del movimiento vibratorio de las masas de aire que le rodean, en el pick-up se produce por la transmisión del movimiento oscilatorio de una aguja unida rígidamente a la membrana. A su vez la aguja es impulsada por las sinuosidades de una pista elíptica impresa en el disco utilizado para el registro del sonido, sinuosidades que son seguidas por la punta de la aguja durante el movimiento circular del disco que se apoya en un platillo o giradiscos solidario de un motor en movimiento constante.

Dada la analogía existente entre micrófonos y fonocaptores es lógico la creación de modelos similares, existiendo los tipos de cristal o piezoeléctricos, electromagnéticos y electrodinámicos.

En la práctica se emplean preferentemente los pick-ups electromagnéticos y de cristal, cuyo aspecto exterior puede apreciarse en las figs. XVIII-1 (A) y (B) respectivamente.

El principio fundamental de un pick-up electromagnético es el mostrado en la figura XVIII-2 (A). Consta de un imán permanente (A) provisto de dos piezas polares (B), en cuyo entrehierro puede oscilar una paleta de hierro dulce (C) solidaria de la aguja que se apoya sobre la pista del disco gramofónico y que oscila según el ritmo

de la grabación. El movimiento de la aguja es amortiguado por dos piececitas de caucho (D).

En el vaciado de las piezas polares está alojada una bobina (E) en cuyo interior se

Cuando el número de espiras es mucho menor, el pick-up será de "baja impedancia", que oscila entre 50 y 200 Ω. La tensión de salida es mucho menor que en los de alta impedancia, por lo que es necesario

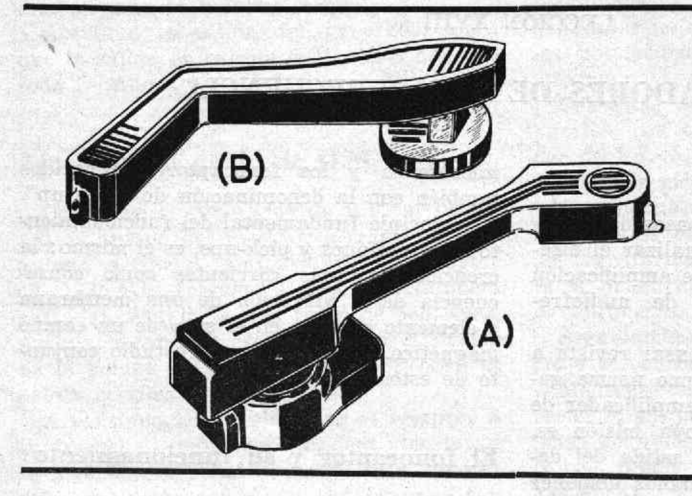


Fig. XVIII-1. — Fonocaptor (pick-up): (*A*) Electromagnético; (*B*) De cristal piezoeléctrico).

desplaza con movimiento alternativo la paleta de hierro dulce. El conjunto está provisto de un dispositivo de ajuste que permite situar, en reposo, la paleta en el centro del entrehierro.

El movimiento de la paleta en el interior de la bobina modifica el campo magnético creado por el imán, desarrollándose en aquélla unas corrientes cuya frecuencia y amplitud dependen del movimiento de la aguja.

La tensión de salida del pick-up electromagnético depende del número de espiras de la bobina E.

Si el número de espiras es grande, la tensión de salida varía entre 1 y 1,5 V, denominándose en este caso el pick-up, de "alta impedancia" que suele variar entre 3.000 y 20.000 Ω.

utilizar, a la entrada de un amplificador, un transformador de acoplamiento que eleva la tensión que ha de aplicarse a la rejilla del primer paso de amplificación.

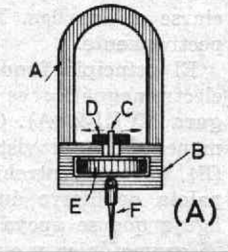
En las instalaciones corrientes suelen emplearse pick-ups de alta impedancia, reservándose los de baja impedancia a las de tipo profesional.

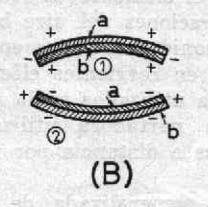
Para comprender el funcionamiento del pick-up de cristal, es necesario que tengamos una ligera idea del denominado "fenómeno piezoeléctrico" que consiste en la creación de tensiones eléctricas, cuando se modifica la estructura interna de ciertos cristales, entre los que podemos mencionar la sal de Seignete.

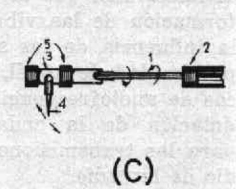
Esta modificación puede producirse por presión, curvatura o torsión.

En la figura XVIII-2 (B) se representan

Fig. XVIII-2. — Principios en que se basa el funcionamiento de los fonocaptores: (*A*) Constitución interna del pick-up electromagnético; (*B*) Tensiones desarrolladas en las caras de un cristal de cuarzo; (*C*) Constitución de un pick-up de cristal.







dos láminas de cristal superpuestas *a* y *b*.

Cuando se curvan según se indica en (1), se estira la lámina *a* y se contrae la *b* apareciendo una tensión positiva en la cara superior de la primera y una tensión negativa en la inferior. Las polaridades respectivas son opuestas en la lámina *b* ya que ésta se contrae en lugar de estirarse.

En (2) se producen polaridades contrarias que en (1).

El pick-up de cristal aprovecha este fenómeno para su funcionamiento y está formado según se ve en la fig. XVIII-2 (C) por un elemento de cristal (1) sujeto por una pieza de caucho endurecido (2) en su extremo de la derecha.

En su extremo izquierdo va unido a una paleta (3) en la que va fijada la aguja. Esta paleta puede moverse, impulsada por la aguja (4) apoyada en dos cojinetes de caucho (5).

El movimiento lateral de la aguja al apoyarse sobre el surco del disco se transmite por medio de la paleta al extremo izquierdo del cristal que experimenta un movimiento alternativo de torsión, según indican las flechas, apareciendo tensiones opuestas sobre sus caras, que se transmiten a los terminales de salida del pick-up.

Amplificadores

Como hemos visto anteriormente, las tensiones de salida, de los fonocaptores, así como de los micrófonos, son demasiado débiles para ser aplicadas directamente al altavoz, siendo necesario amplificarlas, lo que se consigue por medio de amplificadores equipados con lámparas o transistores.

En un amplificador deben distinguirse las partes siguientes:

El *preamplificador*, que eleva el voltaje de la tensión de salida del micrófono, pick-up, célula fotoeléctrica, etc., hasta conseguir el valor necesario para la excitación del paso final.

El *paso de salida* o amplificador de potencia, en cuya salida se dispone de tensiones y corrientes de valor suficiente para accionar el altavoz. Como sabemos, la adaptación de impedancias entre el paso final y el altavoz se consigue por medio del transformador de salida.

El *regulador de volumen* con el que se regula la potencia sonora.

El *regulador de tono* que permite corregir las distorsiones de frecuencia introducidas en la grabación de discos, o efectos de resonancia o transmisión de los micrófonos.

Un circuito *de contrarreacción* que mejora la curva de respuesta del amplificador y por último.

Una *unidad de alimentación* que suministra las tensiones continuas y alternas necesarias para los diferentes pasos del amplificador.

Seguidamente vamos a dedicar nuestra atención a la parte práctica de esta lección, es decir, al montaje de alguno de los modelos de amplificadores más utilizados en las instalaciones corrientes.

Amplificador económico y de fácil construcción

Este amplificador se caracteriza por su gran sencillez y reducido coste, ya que utiliza solamente tres lámparas: una ECC40, doble triodo, de entrada, un pentodo de salida EL34 y una AZ4 rectificadora de onda completa.

Pese a su sencillez, posee unas características muy estimables, desde los puntos de vista de fidelidad en la reproducción y ausencia de ruidos y un nivel de salida suficiente para la sonorización de una habitación de dimensiones algo superiores a las normales.

Circuito del amplificador

Es el mostrado en la fig. XVIII-3 y está provisto de una entrada de alta impedancia acoplada a la rejilla de uno de los triodos del doble triodo ECC40, a través del potenciómetro P_1, que se utiliza al mismo tiempo como regulador de volumen ya que mediante él se gradúa la tensión de audiofrecuencia aplicada a dicha rejilla.

La polarización automática se consigue mediante la resistencia R_1, shuntada por el condensador C_1.

La señal amplificada se aplica a la rejilla del segundo triodo a través de una red de control de tono de diseño original, constituida por dos ramas en paralelo, cuya impedancia se regula por medio de los potenciómetros P_2 y P_3 para el ajuste de los niveles de los tonos graves y agudos respectivamente.

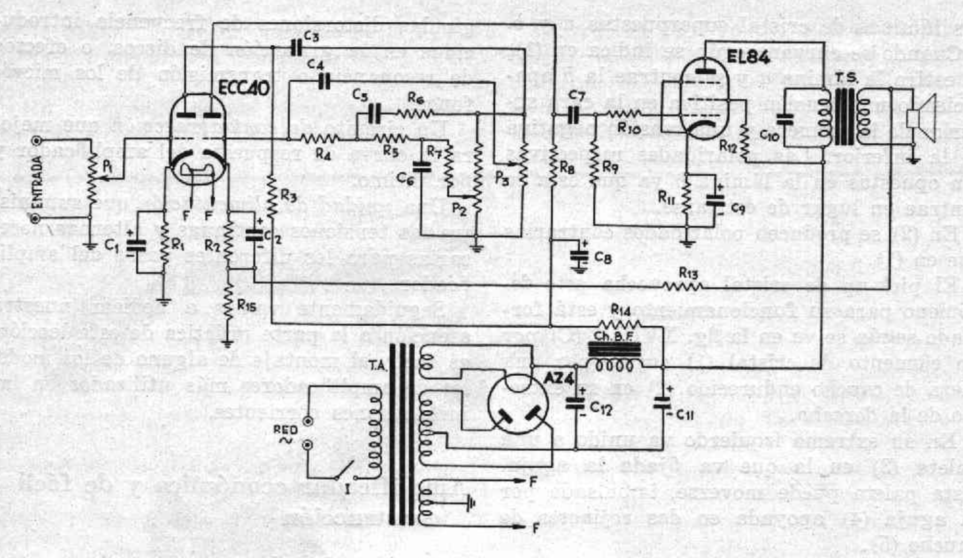


Fig. XVIII-3. — Circuito del amplificador de dos lámparas y rectificadora, para corriente alterna.

Las señales amplificadas en tensión, son aplicadas a la rejilla del paso final, amplificador de potencia, a través de un acoplamiento a resistencia capacidad (R_8-C_7) y una resistencia de frenado (R_{10}) para evitar el establecimiento de oscilaciones parásitas.

Del secundario del transformador de salida (T.S.) se toma una tensión de contrarreacción que, a través de R_{13}, es aplicada al circuito de cátodo del segundo triodo de la ECC40, en oposición de fase con la tensión de rejilla.

En esta forma se regula la ganancia de este segundo paso de amplificación y se mejora la calidad de la respuesta del amplificador.

La unidad de alimentación está formada por el transformador de alimentación (T.A.) que suministra las tensiones de calefacción de los filamentos y la de alto voltaje que, una vez rectificada por la rectificadora de onda completa, AZ4, y filtrada por la célula de aplanamiento constituida por la bobina (Ch.B.F.) y los condensadores electrolíticos C_{11} y C_{12}, se utiliza para la alimentación de las placas y rejillas pantalla.

Las del paso final se alimentan directamente desde la salida del filtro y las rejillas del doble triodo ECC43 a través de la resistencia reductora de tensión, R_{14}.

Elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Dos electrolíticos, de 25 μF-12,5 V (C_1 y C_2).
Dos de 0,047 μF (C_3 y C_7).
Uno de 150 pF cerámico (C_4).
Uno de 390 pF cerámico (C_5).
Uno de 0,001 μF (C_6).
Uno electrolítico, de 32 μF — 250 V (C_8).
Uno de 50 μF 25 V electrolítico (C_9).
Uno de 0,0047 μF (C_{10}).
Dos electrolíticos de 25 μF 250 V (C_{11} y C_{12}).

Resistencias.

Dos de 2.200 Ω (0,5 vatios) — (R_1 y R_2).
Dos de 150.000 Ω (0,5 vatios) — (R_3 y R_8).
Una de 390.000 Ω (0,25 vatios) — (R_4).
Una de 470.000 Ω (0,25 vatios) — (R_5).
Dos de 1,2 MΩ (0,25 vatios) — (R_6 y R_7).
Una de 680.000 Ω (0,25 vatios) — (R_9).
Una de 1.000 Ω (0,25 vatios) — (R_{10}).
Una de 110 Ω (0,5 vatios) — (R_{11}).
Una de 220 Ω (0,5 vatios) — (R_{12}).
Una de 220 Ω (0,25 vatios) — (R_{13}).
Una de 15.000 Ω (1,5 vatios) — (R_{14}).
Una de 12 Ω (bobinada) — (R_{15}).
Un potenciómetro de 0,5 MΩ (P_1) — Control de volumen.
Un potenciómetro de 1,5 MΩ (P_2) — Control de graves.

Fig. XVIII-4.—Disposición de los elementos del amplificador.

Un potenciómetro de 5 MΩ (P_3) — Control de agudos.

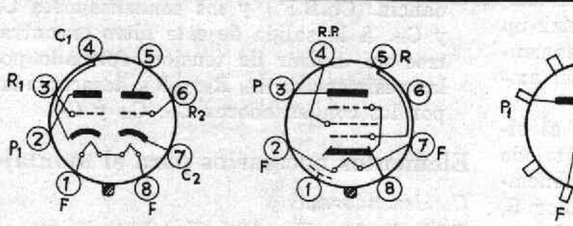
Varios.

Un chasis metálico de 60 × 15 × 9 cm.
Una lámpara ECC40.
Una lámpara EL34.
Una lámpara AZ4.
Tres soportes para estas lámparas.
Una lamparita piloto con soporte.
Un transformador de alimentación de las siguientes características:
Primario = De acuerdo con las características de la red.
Secundarios = De A.T.: Dos secciones de 300 V — 130 mA.
De filamentos de las lámparas — 6,3 V — 2,5 A.
De filamento de la rectificadora 4 V — 2,5 A.
Un transformador de salida (T.S.) = Impedancia del primario, 5.000 Ω.
Una bobina para el filtro (Ch.B.F.) — 8H — — 130 mA.
Un capuchón para lámpara piloto.
Un interruptor para la corriente de la red.
Un cordón bipolar terminado en clavija de enchufe.
Un altavoz dinámico de imán permanente.
Tres mandos para los potenciómetros.
Una plaquita con dos bananas hembra para la ENTRADA del amplificador.
Hilos para conexiones, cable blindado, soldadura, terminales de conexión, tapataladros, tornillería y otros accesorios para el montaje.

Montaje del amplificador

Siguiendo la norma establecida y las recomendaciones hechas en otros montajes, se realizará el montaje del amplificador. La disposición de los elementos puede inspirarse en la fig. XVIII-4.

Para facilitar el conexionado de los soportes de las lámparas, se han incluido, en la fig. XVIII-5, los esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas ECC40, EL34 y AZ4 utilizadas en este montaje.



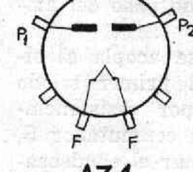


Fig. XVIII-5. — Esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas.

Si todas las conexiones han sido realizadas correctamente, no serán precisos ajustes de ninguna clase, a excepción de los correspondientes al circuito de contrarreacción. Si se observase tendencia a la oscilación, deberán invertirse las del secundario del transformador de salida, correspondiente a las tomas de masa y unión a la resistencia R_{13}.

AMPLIFICADOR DE 10 VATIOS CON ENTRADAS PARA MICRO Y PICK-UP, PARA SONORIZACIÓN DE SALAS DE ESPECTÁCULOS

El amplificador objeto de este montaje puede suministrar una potencia modulada de 10 vatios, lo que hace que sea adecuado para la sonorización de grandes salas de baile o espectáculos.

Circuito del amplificador

El circuito del amplificador es el representado en la fig. XVIII-6.

Como la salida del micrófono es de bajo nivel y alta impedancia, se ha provisto un paso preamplificador, equipado con el pentodo de gran pendiente tipo 6J7. El acoplamiento de impedancias entre la salida del micrófono y el circuito de rejilla, se consigue por medio de la resistencia R_1 de 1 MΩ y la polarización por la resistencia de cátodo R_2 shuntada por el condensador de paso C_1. La carga de placa está formada por la resistencia R_4.

El acoplamiento con el segundo paso, amplificador de tensión, se realiza a través de C_3 en serie con el potenciómetro P_1, que regula el nivel de la señal de salida del micrófono, una vez amplificada por la 6J7, que ha de aplicarse a la rejilla del segundo paso, equipado con el pentodo EF40.

A esta rejilla se aplica igualmente la salida del pick-up, regulada por el potenciómetro P_2. En estas condiciones pueden utilizarse las entradas del micro y pick-up independientemente o bien simultáneamente, mezclándose en el segundo paso del amplificador.

La salida de este paso se acopla al siguiente, constituido por el primer triodo del doble triodo ECC40, por resistencia-capacidad, y por medio del conmutador S, se puede intercalar o eliminar el condensador C_8 lo que modifica la reproducción de los tonos graves y agudos.

De este circuito de acoplamiento, precisamente de la palanca del conmutador, se toma una tensión de contrarreacción, que se aplica a la rejilla de la EF40, una vez regulada, por el conjunto formado por R_7, C_4 y P_3 por lo que al constituir una contrarreacción selectiva, suministra un control de tono muy eficaz.

El segundo triodo se utiliza como defasador para la excitación del paso final y ofrece la particularidad de que su rejilla está conectada directamente a la placa del primer triodo. La polarización positiva de rejilla, es compensada por el elevado valor de la resistencia R_{17}, sobre la que se obtiene la tensión necesaria para el ataque a la EL41 (2). Esta clase de montaje es el conocido como "catodino".

El paso final, en push-pull, está equipado con los pentodos de potencia EL41 (1) y EL41 (2). La polarización de este paso se consigue por medio de la resistencia R_{22}, en paralelo con el condensador electrolítico C_{13}.

La tensión de contrarreacción, tomada del secundario de transformador de salida (T.S.) se aplica al cátodo del primer triodo de la ECC40, en la unión de las resistencias R_{15} y R_{16}.

La alimentación del receptor tanto en lo que se refiere a las altas tensiones continuas para placas y rejillas pantalla como para la calefacción de los filamentos, es suministrada por una unidad formada por los siguientes elementos:

Un transformador de alimentación (T.A.) de las siguientes características:

Primario: De acuerdo con el voltaje de la red.

Secundarios: De A.T.: Dos secciones de 350 V, 100 mA.

De filamento de la rectificadora: 5 V, 2A.

De filamentos de las lámparas: 6,3 V, 3A.

Una lámpara rectificadora de onda completa, tipo 5Y3-GT.

Un filtro formado por la bobina de impedancia (Ch.B.F.) y los condensadores C_{16} y C_{17}. A la salida de este filtro encontramos un divisor de tensión, formado por las resistencias R_{27}, R_{28} y R_{29}, desacopladas por los condensadores C_{18}, C_{19} y C_{20}.

Elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Tres de 50 μF — 12,5 V (electrolíticos) — — (C_1, C_5 y C_9).

Uno de 0,25 μF — (C_2).

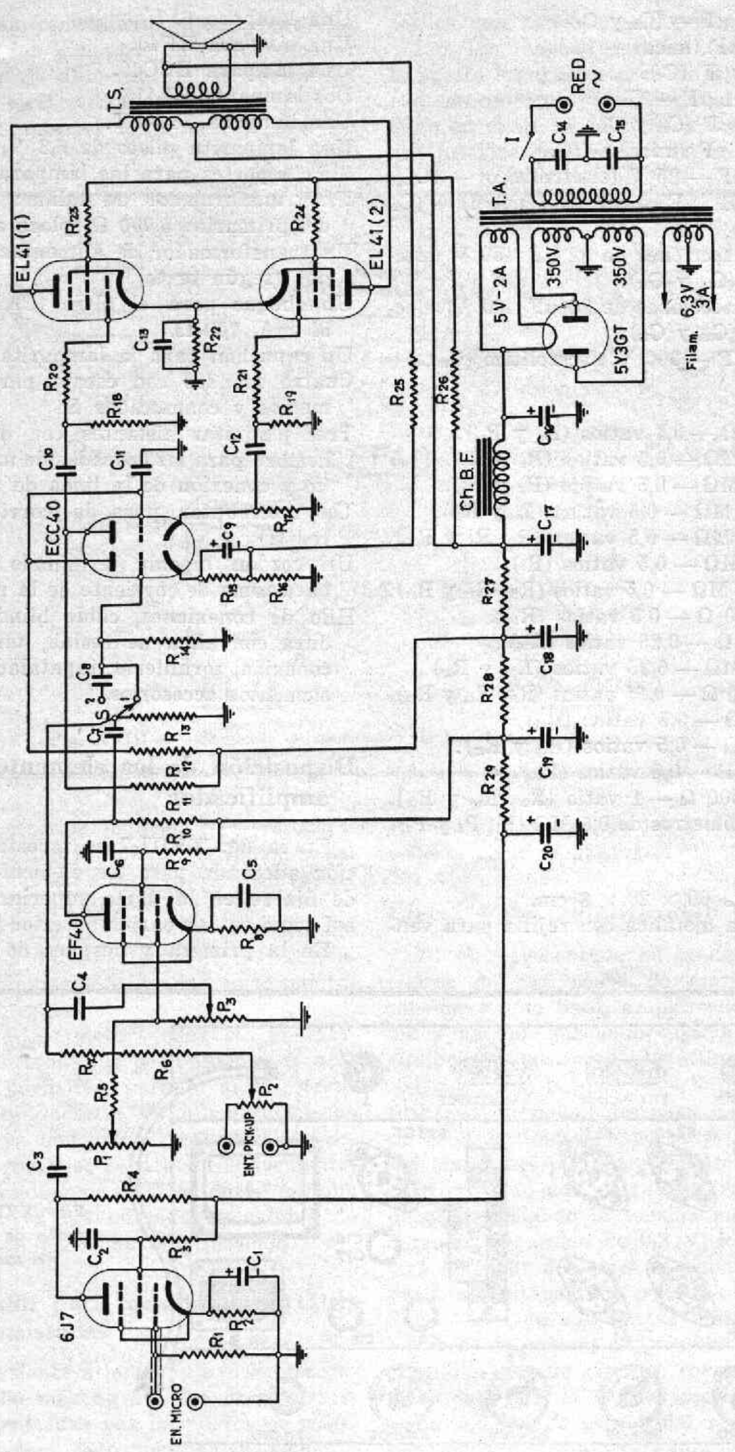


Fig. XVIII-6. — Circuito del amplificador de 10 vatios.

Dos de 0,02 μF — (C_3 y C_7).
Uno de 50 pF (mica) — (C_4).
Uno de 0,1 μF (C_6).
Uno de 0,001 μF — C_8.
Dos de 0,05 μF (C_{10} y C_{12}).
Uno de 250 pF (mica) — (C_{11}).
Uno de 25 μF — 25 V (electrolítico) — (C_{13}).
Dos de 0,01 μF — 250 V (papel) — (C_{14} y C_{15}).
Uno de dos secciones de 32 μF 450 V (electrolítico) (C_{16} y C_{17}).
Uno de dos secciones de 25 μF 400 V (electrolítico) (C_{18} y C_{19}).
Uno de 16 μF — 300 V electrolítico (C_{20}).

Resistencias.

Dos de 1 MΩ — 0,5 vatios (R_1 y R_{14}).
Dos de 2,2 MΩ — 0,5 vatios (R_2 y R_8).
Dos de 0,8 MΩ — 0,5 vatios (R_3 y R_9).
Dos de 0,22 MΩ — 0,5 vatios (R_4 y R_{10}).
Tres de 0,5 MΩ — 0,5 vatios (R_5, R_6 y R_{13}).
Una de 10 MΩ — 0,5 vatios (R_7).
Tres de 0,15 MΩ — 0,5 vatios (R_{11}, R_{12} y R_{17}).
Una de 2.200 Ω — 0,5 vatios (R_{15}).
Una de 180 Ω — 0,25 vatios (R_{16}).
Dos de 0,7 MΩ — 0,25 vatios (R_{18} y R_{19}).
Tres de 1.000 Ω — 0,25 vatios (R_{20}, R_{21} y R_{25}).
Una de 85 Ω — 0,5 vatios (R_{22}).
Dos de 100 Ω — 0,5 vatios (R_{23} y R_{24}).
Una de 150 Ω — 0,5 vatios (R_{26}).
Tres de 10.000 Ω — 1 vatio (R_{27}, R_{28} y R_{29}).
Tres potenciómetros de 0,5 MΩ (P_1, P_2 y P_3).

Varios.

Un chasis de 60 × 20 × 8 cm.
Una cubierta metálica con rejilla para ventilación.
Una lámpara 6J7.
Una lámpara EF40.
Una lámpara ECC40.
Dos lámparas EL41.
Una lámpara 5Y3-GT.
Una lamparita piloto de 6,3 V, 0,1 A.
Siete soportes para las lámparas.
Un transformador de salida: Impedancia del primario: 5.000 Ω (placa a placa).
Un transformador de alimentación (blindado) (según texto).
Un choque para el filtro (Ch.B.F.) 8 H, 80 mA, 700 Ω.
Un capuchón para la lamparita piloto.
Cuatro mandos con escala para potenciómetros y conmutador S.
Tres plaquitas aislantes con dos bananas hembra para las entradas de micro y pick-up y conexión de la línea de altavoces.
Un interruptor para la corriente de la red (I).
Un cordón bipolar terminado en clavija para toma de corriente de la red.
Hilo de conexiones, cable blindado, soldadura con alma de resina, terminales de conexión, tornillería, tapataladros y otros elementos accesorios.

Disposición de los elementos del amplificador

En la fig. XVIII-7 se muestra la situación adecuada para los elementos que han de fijarse en la parte superior del chasis así como en las partes anterior y posterior.

En la primera y después de adoptar la

Fig. XVIII-7. — Disposición de los elementos del ampilificador.

solución más conveniente, montaremos los soportes de las lámparas, el transformador de salida, el de alimentación, la bobina del filtro y los electrolíticos del mismo.

La parte anterior está reservada a los mandos y el capuchón de la lamparita piloto y en la posterior dispondremos las entradas de micrófono y pick-up, la conexión del altavoz a línea de altavoces, el interruptor y el cordón para conexión a la red.

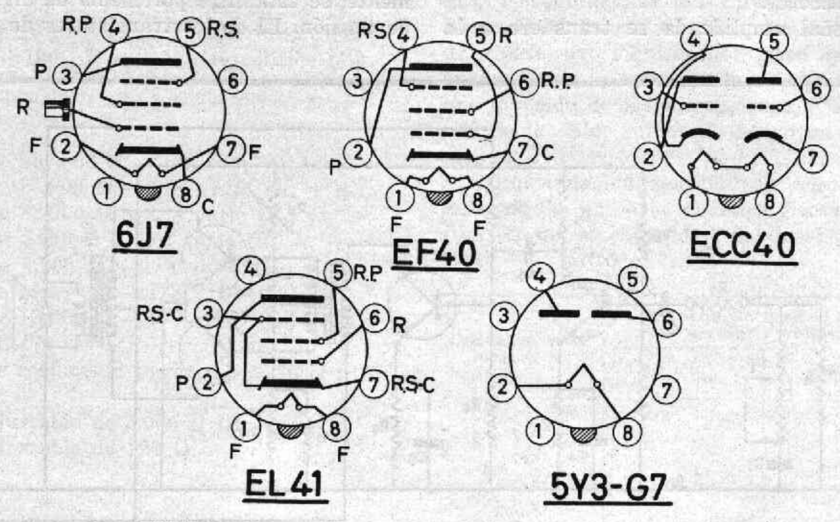


Fig. XVIII-8. — Esquema de conexiones de los electrodos de las lámparas.

En la fig. XVIII-8 se han representado los esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas utilizadas en el montaje del amplificador.

Sólo resta completar todas las conexiones evitando todas las posibilidades de acoplamientos parásitos, para lo que se trenzarán los conductores de alimentación de filamentos, ya que están recorridos por corriente alterna y se separarán convenientemente, evitando paralelismos entre los que correspondan a las entradas y salidas de los diferentes pasos de amplificación.

Amplificador para tocadiscos portátil, con transistores

Las excursiones a la playa o el campo resultan mucho más agradables cuando pueden ser amenizadas por la música de nuestra predilección. Esto justifica el aumento rápido de los electrófonos o tocadiscos portátiles que podemos ver por todas partes.

Por las mismas razones que se habían impuesto los transistores en el diseño de los radiorreceptores portátiles, han entrado de lleno en el de los electrófonos portátiles, lo que justifica que incluyamos en esta Lección el montaje de uno de los circuitos clásicos en esta clase de aparatos.

Circuito del amplificador

Es el representado en la fig. XVIII-9 y consta de dos pasos de amplificación de tensión y uno final, amplificador de potencia y ha sido diseñado especialmente para equipos de tocadiscos portátiles.

Utiliza una batería de 6 V que puede ser utilizada, no solamente para la polarización de los transistores, sino para alimentación del motor del platillo giradiscos.

Dispone de una entrada para fonocaptor de cristal, siendo la tensión necesaria a la entrada, del orden de 0,3 V, lo que permitirá disponer del nivel de tensión suficiente para la excitación del paso final.

La señal de entrada se aplica al potenciómetro de control de volumen P_1, que está shuntado por un circuito corrector de tono controlado por el potenciómetro P_2.

La tensión de esta señal se aplica a la base del transistor OC71 que equipa el primer paso amplificador de tensión a través

de la resistencia R_2 y el condensador C_2. Este transistor está montado con emisor común y la polarización de sus electrodos se consigue a través del divisor de tensión formado por R_3 y R_4, para la base y R_5 y R_6 respectivamente para el colector y el emisor, la última shuntada por el condensador electrolítico C_4.

La señal amplificada se transfiere a la base del segundo transistor OC71 por medio de un acoplamiento a resistencia-capacidad. Es sabido que este acoplamiento proporciona menos ganancia que el de transformador, pero este inconveniente se compensa con una mejor característica de frecuencia y mayor economía en el montaje.

Este paso, similar al anterior, se acopla al de salida por medio del transformador T_1 cuya relación de transformación es de 3,5: (1 + 1), que viene a proporcionar un término medio entre la elevada ganancia que podría obtenerse con el acoplo por transformador y la posibilidad de establecer una corriente en la entrada del paso final.

Este paso está formado por dos transistores OC72 montados en push-pull, clase B que, a más de suministrar mayor potencia de salida, permite un rendimiento mayor de la batería. La corriente depende del porcentaje de modulación, pero se obtiene un buen rendimiento, incluso con bajos niveles de audición.

El correcto acoplamiento de las impedancias de salida del push-pull y de la bobina móvil del altavoz se obtiene por medio del transformador de salida T.S.

El punto de trabajo de los pasos de entrada y excitador, en los que la intensidad en el emisor I_e es de 0,4 y 2 mA respectivamente, se estabiliza por medio de divisiones de tensión. El de los transistores de salida, en los que la intensidad en el colector $I_c =$ $= 1,5$ mA, se ajusta por medio de la resistencia variable R_{11}.

Para evitar el desplazamiento del punto de trabajo de los transistores de paso final que sería muy perjudicial en el circuito de base común, se ha equipado una resistencia de coeficiente negativo de temperatura, con lo que se compensa la influencia de las variaciones de la temperatura ambiente.

El consumo medio de corriente del amplificador es de unos 30 mA para una salida de 200 mW, con modulación normal. Si añadimos el consumo del motor de 6 V, que será de 20 mA aproximadamente, la corriente suministrada por la batería será del orden de 50 mA, que corresponde a una energía total de 0,3 vatios.

Comparado con el consumo de un amplificador con lámparas, alimentado por la red, que es de unos 30 vatios, éste tiene la gran ventaja de poder ser utilizado en cualquier lugar preferido para nuestras excursiones.

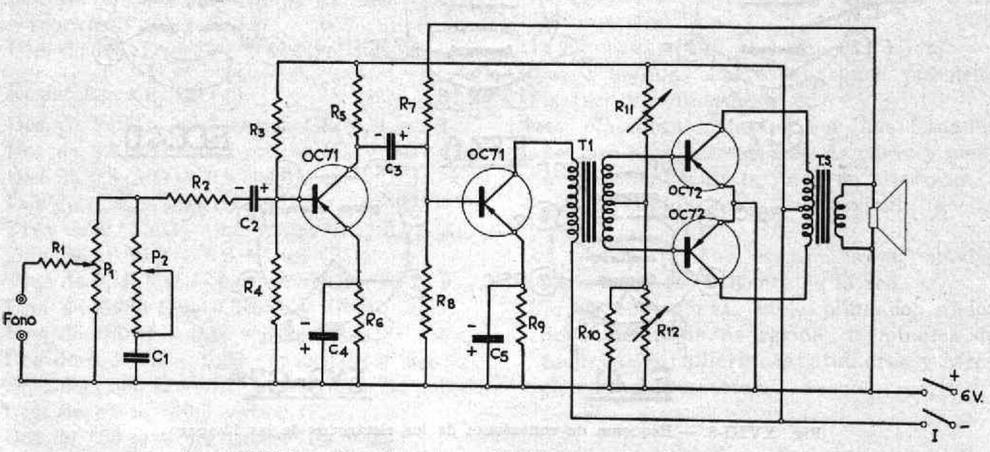


Fig. XVIII-9. — Circuito del amplificador para tocadiscos portátil.

Elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Uno de 0,01 μF, cerámico (C_1).
Uno de 10 μF — 3 V electrolítico (C_2).
Uno de 35 μF — 3 V electrolítico (C_3).
Uno de 16 μF — 12,5 V electrolítico (C_4).
Uno de 100 μF — 3 V electrolítico (C_5).

Resistencias.

Una de 330.000 Ω — 1/8 vatio (R_1).
Dos de 15.000 Ω — 1/8 vatio (R_2 y R_4).
Una de 82.000 Ω — 1/8 vatio (R_3).
Una de 5.600 Ω — 1/8 vatio (R_5).
Una de 1.800 Ω — 1/8 vatio (R_6).
Una de 39.000 Ω — 1/8 vatio (R_7).
Una de 18.000 Ω — 1/8 vatio (R_8).
Una de 470 Ω — (R_9).
Una de coeficiente negativo, de 75 Ω a 25°C (R_{10}).
Una ajustable de 3.000 Ω (R_{11}).
Una ajustable de 120 Ω.

Varios.

Una placa de baquelita de 25 × 7 × 0,3 cm. para montaje de los elementos.
Dos transistores OC71.
Dos transistores OC72.
Un transformador de acoplo (T_1), para push-pull.
Un transformador de salida (T_2), para push-pull.
Una batería de pilas de 6 V.
Un interruptor bipolar para la batería (I).
Dos botones de mando para los potenciómetros de volumen (P_1) y de tono (P_2).
Hilo de conexiones, cable blindado, soldadura y otros accesorios necesarios para la instalación.

Instalaciones megafónicas

Esta clase de instalaciones adquieren un desarrollo creciente de día en día, ya que su aplicación tiene un campo extensísimo; en los campos de deportes, salas de conciertos, bailes, iglesias, etc., son cada día más frecuentes los sistemas de sonorización.

Por esta razón y aunque sea en forma somera, vamos a examinar las normas a seguir en estas instalaciones.

Potencia acústica necesaria

Debemos distinguir entre la potencia acústica necesaria y la potencia eléctrica de audiofrecuencia que es preciso aplicar al altavoz o altavoces. La relación entre ambas, o rendimiento del altavoz es de un 25 por 100, lo que significa que la potencia de salida del amplificador debe ser unas cuatro veces la potencia acústica necesaria, que depende de las dimensiones y condiciones de la sala, ruidos de fondo en la misma, etc.

A continuación se incluyen algunos valores de la potencia acústica necesaria en función de la capacidad del local a sonorizar.

Dimensiones del local en m³	Potencia eléctrica de audio necesaria (vatios)	
	Mínima	Máxima
600	1	5
800	2	7,8
1.000	3,5	9
1.200	5	11,8
1.400	7	14,5
1.600	10	18
1.800	13	22
2.000	16	26

El valor mínimo corresponde a la reproducción de la palabra en un local sin ruidos y el máximo a la de música de alta calidad o cuando el local tenga un alto nivel de ruidos.

Línea de transmisión

Está constituida por dos hilos, y sirve para la conexión entre el amplificador y los altavoces. Su impedancia es la medida desde el extremo opuesto al que está conectado al amplificador.

A la línea de transmisión se conectan los altavoces que constituyen el conjunto de la instalación, por lo que su trazado y características variará según las características del local.

Normalmente se reduce cuanto sea posible la sección de los conductores de la línea, compatible con la pérdida de potencia a través de la misma, tolerándose un máximo del 5 por 100.

La instalación de un solo altavoz no constituye un problema complicado, ya que su impedancia debe utilizarse como base para determinar la de la línea de transmisión.

Conexión de varios altavoces

Pueden utilizarse dos maneras de conexión: serie y paralelo.

La primera es la más sencilla, si bien tiene el inconveniente de que si falta un altavoz, quedará fuera de servicio toda la instalación. Por otra parte, cuando se utilizan altavoces de diferentes tipos o tamaños, son diferentes sus frecuencias de resonancia, y esto produce un cambio en el volumen de sonido de los otros altavoces, produciendo un efecto muy molesto.

Cuando se conectan los altavoces en paralelo, se combinan sus impedancias, lo mismo que las resistencias montadas en paralelo, dando una impedancia resultante que debe estar de acuerdo con la de salida del amplificador. Si no existe una toma adecuada en el secundario del transformador de salida, utilícese la que corresponda al valor inmediato inferior.

Cuando varios altavoces tienen sus bobinas móviles en paralelo, deberá ser la misma la impedancia de cada una.

El voltaje será constante a través de cada altavoz y al ser la misma la potencia consumida, el nivel sonoro suministrado por cada uno de ellos será igual.

Si los valores de las impedancias son distintos, la potencia consumida será distinta y aunque en determinadas condiciones esto puede ser ventajoso, éste no es el caso normal, ya que se pretende una distribución uniforme de la potencia acústica en todo el local.

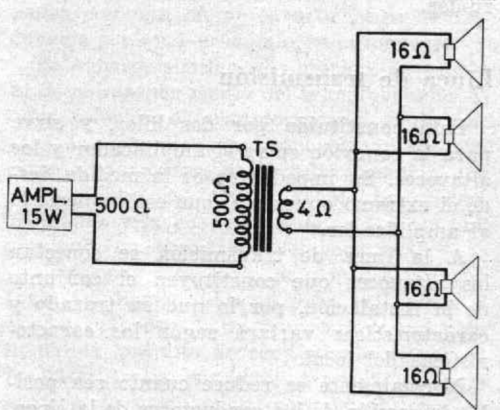


Fig. XVIII-10. — Conexión de cuatro altavoces en paralelo.

Los valores de las impedancias de las bobinas móviles de los altavoces varían entre 2 y 16 Ω, siendo muy corrientes los de 4, 8 y 12 Ω.

A continuación vamos a considerar algunos ejemplos de conexión:

Supongamos que se establece un sistema de distribución de 500 Ω.

El planteamiento de la instalación requiere:

1.° Determinar la potencia que alimenta cada altavoz o grupo de altavoces.

2.° Seleccionar un amplificador capaz de suministrar esta potencia y multiplicar la potencia del amplificador por la impedancia de la línea.

3.° Dividir el número así obtenido por la potencia deseada en el primer altavoz o grupo de altavoces. El cociente determina la impedancia del primario del transformador de acoplo del altavoz o de los altavoces.

4.° Repítase esta operación por cada altavoz o grupo de altavoces.

La fig. XVIII-10 corresponde a cuatro altavoces que tienen que ser alimentados por un transformador (T.S.) conectado a una línea de 500 Ω de pequeña longitud, unida a un amplificador de 15 vatios.

Como se trata de un grupo de altavoces, según el punto 2.°: $15 \times 500 = 7.500$ y según el punto 3.°: $\frac{7.500}{15} = 500$.

Por consiguiente la impedancia del primario del transformador T.S. será de 500 Ω.

La impedancia combinada de los cuatro altavoces de 16 Ω en paralelo, es de $\frac{16}{4} = 4\ \Omega$, siendo ésta, por tanto, la impedancia del secundario de T.S.

La potencia consumida por cada altavoz será de $15/4 = 3{,}75$ vatios.

Si la línea es larga por ser grande la distancia entre altavoces, deberá utilizarse un transformador independiente para cada altavoz.

Sea el caso representado en la fig. XVIII-11 en el que se trate de conectar cuatro altavoces, de 16, 3, 4 y 8 Ω de impedancia, a una línea de 500 Ω de gran longitud.

En este caso podemos hacer una distribu-

ción uniforme de la potencia disponible entre los cuatro altavoces, correspondiendo a cada uno de 5 vatios. Con un margen de funcionamiento suficiente, podremos utilizar altavoces de 10 vatios.

Según el punto 2.°, tendremos: 20 × × 500 = 10.000 y según el punto 3.°: 10.000 :5 = 2.000 Ω. Este será el valor común de la impedancia de los primarios de los transformadores de acoplo T_1, T_2, T_3, T_4 y T_5.

El secundario de cada uno de estos transformadores se ajustará a la impedancia de la bobina móvil de cada altavoz.

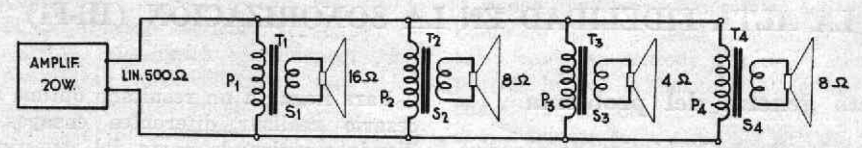


Fig. XVIII-11. — Conexión de cuatro altavoces a una línea larga de 500 Ω de impedancia.

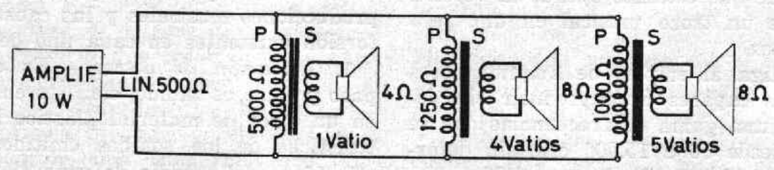


Fig. XVIII-12. — Conexión de tres altavoces con desigual distribución de potencia a una línea de 500 Ω.

Examinemos ahora el caso de tener que realizar una distribución desigual de potencia, suponiendo que un amplificador de 10 vatios ha de alimentar tres altavoces con potencias de 1 vatio, 4 vatios y 5 vatios.

Será necesario utilizar un transformador de acoplamiento para cada altavoz, cualquiera que sea la longitud de la línea, según se representa en la fig. XVIII-12.

Por el punto 2.° tenemos: 10 × 500 = = 5.000 y por el 3.°: 5.000/1 = 5.000 Ω, que es la impedancia del primario P_1 del transformador T_1, cuyo secundario se ajusta a la impedancia de la bobina móvil que es, en el altavoz 1, de 4 Ω.

Para el segundo altavoz, y por el punto 2.°: 5.000/4 = 1.250 Ω será la impedancia de P_2.

Los mismos cálculos nos darán 5.000: 5 = = 1.000 para valor. de P_3.

Los secundarios S_1, S_2 y S_3 tendrán impedancias de 4, 8 y 8 Ω respectivamente.

No es necesario que la impedancia de la línea sea de 500 Ω. Para longitudes superiores a 130 metros pueden utilizarse conductores de mayor diámetro para obtener una línea de 250 Ω de impedancia.

Para dar una idea de los diámetros de los hilos a emplear para líneas de impedancia determinada y longitud variable se incluye a continuación una tabla en la que se indican estos datos, cuyo conocimiento es muy útil en el proyecto de instalaciones megafónicas.

Impedancia de la línea	Longitud de la línea con conductores de				
	0,7 mm	1 mm	1,2 mm	1,6 mm	2 mm
50 Ω	90 m	150 m	250 m	400 m	600 m
100 Ω	200 m	300 m	450 m	800 m	1 200 m
250 Ω	500 m	700 m	1.200 m	—	—
400 Ω	800 m	1.100 m	1.500 m	—	—
500 Ω	900 m	1.250 m	1.700 m	—	—

LECCIÓN XIX

LA ALTA FIDELIDAD EN LA SONORIZACIÓN (Hi-Fi)

Aspecto general del problema

La evolución de la técnica de sonorización es rápida y por eso no es extraño que cada día se consiga una mayor perfección mediante nuevas soluciones para mejorar la reproducción de las grabaciones de música.

Resulta difícil definir de un modo breve y preciso lo que se debe entender por alta "fidelidad".

Desde el punto de vista objetivo podríamos decir que es la que nos proporciona la sensación de que estamos oyendo la versión original de un trozo musical en una sala de conciertos.

Esto obliga al empleo de amplificadores y altavoces capaces de reproducir sin deformación una gama de frecuencias que se extienda desde 50 a 15.000 c/s. sin deformación ni ruidos de fondo apreciables.

También influyen de forma decisiva las condiciones acústicas del local a los que han de adaptarse las instalaciones de altavoces.

Debemos reducir al mínimo el tiempo de "reverberación" que es el de persistencia de un sonido en el oído, para cortar la mezcla entre éste y el emitido a continuación.

Para conseguir que este tiempo no sea superior a medio segundo en locales de dimensiones normales, es necesario que las ondas sonoras sean absorbidas por las paredes, techo y suelo del local, para lo que habrán de revestirse de cortinas, tapicería, alfombras y otros elementos adecuados, que deberán utilizarse en una proporción justa, pues su empleo en exceso puede ser igualmente perjudicial para una audición agradable.

Cuando el tiempo de reverberación es muy grande la audición resulta difícil, por la superposición del sonido directo y el reflejado. Por el contrario si este tiempo es demasiado corto, el amortiguamiento de los sonidos es muy rápido, con lo que se disminuye el ambiente de una audición musical de calidad.

Para llegar a un resultado óptimo es necesario realizar diferentes ensayos añadiendo o retirando parte del revestimiento absorbente de las paredes.

Proceso de las reproducciones musicales

Para darnos cuenta de las dificultades que hay que vencer para obtener un sistema de alta fidelidad, nos bastará examinar los diferentes pasos del proceso de las reproducciones musicales y las causas de distorsión existentes en cada uno de ellos.

1. *Grabación de discos.* — Es el primer paso y como es sabido, consiste en imprimir en un disco de material plástico las características de los sonidos emitidos ante el micrófono del estudio de grabación, en forma de surco cuya superficie se modifica de acuerdo con la frecuencia y amplitud de las corrientes de salida del micrófono.

La característica de la grabación requiere ciertas condiciones entre las que figura la reducción del nivel de las frecuencias inferiores a 2.000 c/s. manteniendo el correspondiente a las frecuencias superiores y aumentando progresivamente el de las frecuencias intermedias desde 2.000 a 10.000 c/s.

Como la alta fidelidad requiere que se conserve el nivel relativo de todas las frecuencias, vemos que la grabación constituye un motivo de distorsión que ha de ser corregido posteriormente en el amplificador.

2. *Micrófonos y fonocaptores.* — En los estudios de grabación de discos se utilizan micrófonos cuyas características no son siempre de fácil determinación y que por ser inerte el elemento que ha de traducir las vibraciones sonoras en corrientes de audiofrecuencia se producen fenómenos de resonancia que favorecen la amplitud de determinadas frecuencias, introduciendo distorsiones de frecuencia. Los fonocaptores o

pick-ups tienen igualmente una gran responsabilidad en la deformación parcial del registro o grabación, ya que a la deformación indicada anteriormente hay que añadir la que es consecuencia de la dificultad de que las oscilaciones de la aguja sean un fiel reflejo de las del buril utilizado en la grabación.

3. *El amplificador.* — Debe ser capaz de satisfacer las siguientes condiciones:

a) Amplificar uniformemente todas las frecuencias presentes en la grabación.

b) Corregir la distorsión introducida en la grabación al modificar el nivel de las diferentes zonas del espectro de frecuencias.

c) Impedir la distorsión o deformación de toda la gama audible.

d) Estar exento de ruidos de fondo que enmascaren la respuesta del mismo.

No resulta fácil cumplir todas estas condiciones, pero se ha llegado a realizaciones muy perfeccionadas mediante el empleo de diseños muy cuidados y de materiales de alta calidad.

4. *El altavoz o sistema de altavoces.* — De nada serviría que los elementos anteriormente mencionados fuesen perfectos, si el que ha de transmitirnos la impresión final, deformase la audición, sintetizada en la vibración de una membrana que también es capaz de introducir deformaciones de frecuencia.

Desde los primitivos modelos de altavoz a los actuales, el perfeccionamiento en la técnica de fabricación ha dado un paso gigantesco, habiéndose conseguido realizaciones adecuadas a las reproducciones de alta fidelidad.

Amplificadores de alta fidelidad

Constan de dos partes esenciales: el preamplificador y el amplificador principal.

EL PREAMPLIFICADOR. — Tiene por misión elevar el nivel de salida de los micrófonos y fonocaptores de calidad, que suministran tensiones del orden de los milivoltios para disponer del nivel de tensión, del orden de un voltio, necesario para la excitación del amplificador.

Como hemos indicado anteriormente y por exigencias de carácter técnico la característica de grabación introduce una distorsión de frecuencia, que es compensada por otra opuesta en el preamplificador.

Esto se consigue con los circuitos de corrección incorporados al preamplificador, que por su funcionamiento peculiar deben asegurar la amplificación de señales de nivel reducidísimo, la corrección de grabación y regulación del volumen sonoro, sin superposición de zumbidos de la red o similares, difíciles de evitar en los amplificadores cuya respuesta incluya las frecuencias muy bajas.

Deben emplearse lámparas con pequeño ruido de fondo y débil tensión de zumbido, tales como el pentodo EF86, en el que se unirán la rejilla pantalla y la de mando cuando hayan de funcionar como triodos, o dobles triodos tales como las ECC40, 12AU7 ó 12AX7.

La alimentación de filamentos se hará con hilos trenzados, conectando el punto medio del filamento al potencial de masa.

Se utilizarán entradas y salidas de baja impedancia, para poder emplear cables blindados o coaxiales. Para salida de baja impedancia es aconsejable el montaje de la lámpara final con carga de cátodo.

Si la reacción negativa del paso final es de gran porcentaje, la impedancia de salida será muy baja, pudiendo emplearse hilo blindado en la conexión con el amplificador principal, sin que disminuya apreciablemente el nivel de las frecuencias más altas.

La alimentación de A.T. del preamplificador debe ser cuidadosamente filtrada, siendo conveniente montar en chasis separados el preamplificador y el amplificador principal, disponiendo en éste la unidad de alimentación, lo que permite reducir considerablemente el zumbido de la red.

El número de lámparas del preamplificador varía según su frecuencia, variando entre dos y seis.

El número de entradas también es variable y su complejidad depende del uso a que se destine ya que si ha de conectarse a un fonocaptor de características conocidas se podrán utilizar correctores de grabación fijos y conmutables que incluirán reguladores de volumen y correctores de la curva de grabación de discos adoptada por la marca de fabricación de los mismos.

Deben poseer un dispositivo capaz de compensar las variaciones de sonoridad dependientes de las condiciones acústicas del local y de unos filtros de frecuencias bajas, para eliminar los zumbidos producidos por el giradiscos y otros de frecuencias altas para evitar los chasquidos debidos al desgaste del disco, el polvo, etc.

Se equiparán mandos para las siguientes maniobras:

1. Regulación del volumen sonoro.
2. Selección del circuito de corrección fija de grabación.
3. Regulador de volumen para los tonos graves o bajos.
4. Regulador de volumen para los tonos agudos o altos.

Para que sirva de ejemplo en el diseño y montaje de preamplificadores, incluimos el circuito de la marca "Leack".

Circuito del preamplificador

Es el mostrado en la fig. XIX-1 y dispone de entradas para la lectura de cinta magnetofónica, pick-up 1, pick-up 2 y radio.

Está compuesto por dos pasos, equipados en los pentodos EF86. El primero es atacado por la señal conectada a las entradas indicadas y trabaja como amplificador de tensión.

Un conmutador de seis posiciones permite intercalar, en sus posiciones marcadas 2, 3, 4 y 5, cuatro correctores de grabación fijos, adecuados para cuatro curvas de grabación de discos, que trabajan por el efecto de reacción negativa de tensión.

En el segundo paso se ha incorporado controles independientes para graves y agudos, regulados por los potenciómetros P_3 y P_4.

Las resistencias R_{13}, R_{14}, R_{15} y R_{16} tienen por objeto evitar el chasquido que se produce al modificar la posición del conmutador S_1-S_2.

Los valores de los elementos del circuito son los siguientes:

C_1-C_4-C_5-C_{17} = 0,1 µF.
C_2-C_{19} = 30 µF — 25 V (electrolíticos).
C_3 = 8 µF — 250 V (electrolítico).
C_6 = 0,001 µF.
C_7-C_{18} = 0,05 µF.
C_8 = 400 pF.
C_9-C_{11} = 250 pF.
C_6-C_{12} = 600 pF.
C_{13} = 150 pF.
C_{14} = 0,008 µF.
C_{15} = 0,004 µF.
R_1-R_4-R_{19} = 1 MΩ.
R_2-R_5-R_7-R_{18} = 100.000 Ω.
R_3 = 4.700 Ω.
R_6-R_{13}-R_{21} = 220.000 Ω.
R_8-R_{11}-R_{12} = 470.000 Ω.
R_9 = 330.000 Ω.
R_{10} = 10 MΩ.
R_{14}-R_{15}-R_{16}-R_{17} = 50 MΩ.
R_{22} = 3.300 Ω.
P_1-P_5 = 100.000 Ω (Potenciómetro).
P_2 = 250.000 Ω (Potenciómetro).
P_3 = 2 MΩ (Potenciómetro).
P_4 = 500.000 Ω (Potenciómetro).

El preamplificador que acabamos de describir forma una unidad independiente del amplificador principal por lo que deberá suministrarse desde éste la alimentación necesaria para su funcionamiento.

No siempre es necesaria la corrección de la característica de grabación, ya que en los fonocaptores modernos se incorpora una

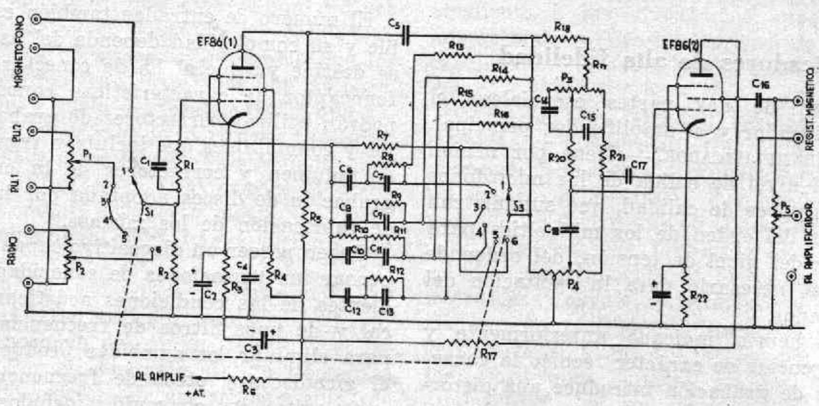


Fig. XIX-1. — Circuito de preamplificador con cuatro entradas y redes de corrección de grabación para cuatro características diferentes.

cierta corrección por medio de un procedimiento mecánico-acústico.

Por otra parte, en los más cuidados diseños de amplificadores de alta calidad, se incorporan al mismo los necesarios pasos preamplificadores, que con el amplificador principal, constituye una sola unidad.

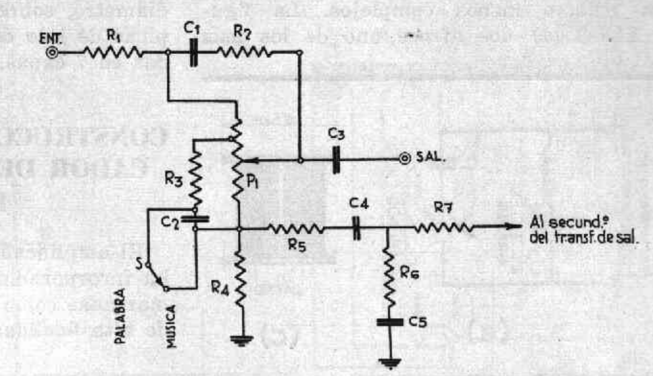


Fig. XIX-2. — Circuito de regulación "fisiológica".

En su diseño se han introducido algunos perfeccionamientos entre los que podemos mencionar la regulación "fisiológica" de volumen y tono y la separación de canales para la reproducción de los tonos graves y los agudos en dos altavoces independientes.

REGULACIÓN "FISIOLÓGICA". — Consiste en una combinación de la regulación del volumen y la tonalidad que nos da la sensación del mantenimiento de un nivel de audición constante, que utiliza un potenciómetro P_1 con toma intermedia, según puede apreciarse en la fig. XIX-2.

En conexión con este potenciómetro encontramos dos redes formadas por C_1-R_2 y C_2-R_3 mediante las que se consigue que al reducir el volumen se atenúen menos que las frecuencias medias las notas graves y las agudas. La red formada por C_2 y R_3, conectada entre la toma intermedia de P_1 y el extremo inferior aumenta el nivel de los tonos bajos a medida que se reduce el volumen, mientras que la C_1-R_2 permite el paso de los agudos aumentando el nivel de los aplicados al terminal de salida, conectado a la rejilla del paso preamplificador.

Un conmutador de dos posiciones, marcadas "Palabra" y "Música" sirve para cortocircuitar el condensador C_2 en la segunda posición, atenuando las notas graves cuando se escucha la palabra.

El circuito de contrarreacción selectiva formado por R_5, C_4, R_6 y R_7 aplica la señal de regeneración negativa tomada en el secundario del transformador de salida a la base de P_1.

Los elementos que integran este circuito tienen los valores indicados a continuación:

C_1 = 100 pF.
C_2 = 0,022 μF.
C_3 = 0,01 μF.
C_4 = 0,1 μF.
C_5 = 0,05 μF.
R_1 = 100.000 Ω.
R_2 = 22.000 Ω.
R_3 = 15.000 Ω.
R_4 = 180 Ω.
R_5 = 2.000 Ω.
R_6 = 450 Ω.
R_7 = 2.000 Ω.
P_1 = 0,5 MΩ (Potenciómetro logarítmico con toma intermedia).

Canales para «graves» y «agudos»

El cono de los altavoces tiene una masa determinada, por lo que si su superficie es grande no podrán reproducir fielmente las frecuencias altas de la gama amplificada. El fenómeno inverso tendrá lugar en los altavoces de pequeño diámetro.

No debe extrañarnos que cuando se utilice un solo altavoz es inevitable alguna distorsión de frecuencia como consecuencia de la inercia del difusor del altavoz.

En los amplificadores de alta fidelidad se separan en dos canales independientes las frecuencias bajas de las altas, y cada uno de los cuales acciona un altavoz diferente;

destinándose el de mayor diámetro a la reproducción de las primeras que corresponden a los tonos graves y el de menor diámetro para la de las segundas o tonos agudos.

La separación se establece mediante filtros más o menos complejos. La figura XIX-3 (a) nos ofrece uno de los más

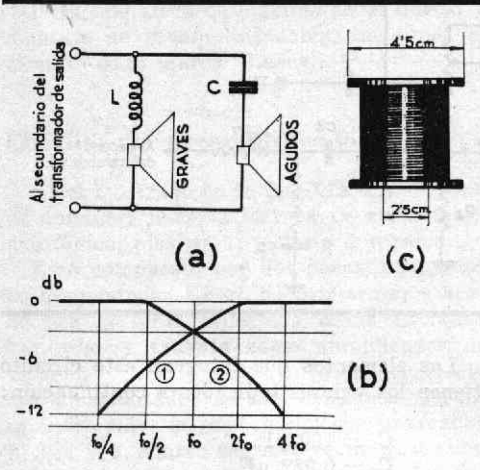


Fig. XIX-3. — Utilización de dos altavoces independientes para graves y agudos: (*a*) Conexión de los altavoces; (*b*) Niveles de paso en los altavoces de graves (1) y agudos (2); (*c*) Detalle de la bobina *L*.

sencillos formado por una bobina L para la alimentación del canal de los graves y un condensador C para el de los agudos. En la fig. XIX-3 (b) se representan las curvas de atenuación de las frecuencias de salida del amplificador correspondiente a cada uno de los dos canales.

Se pueden calcular fácilmente los valores de L y C una vez que fijemos el límite (f_o) de las frecuencias que han de pasar a cada uno de estos canales, aplicando las fórmulas siguientes:

$$L = \frac{R}{2\pi f_o} = \frac{159\,R}{f_o}\ (\text{mH})\ ;\ C = \frac{1}{2\ \pi f_o\ R} = \frac{159.000}{f_o\ R}\ (\mu F)$$

R, representa la impedancia de la bobina móvil, sumada a la resistencia de pérdida de la bobina o del condensador.

Para un valor de la frecuencia de cruce (f_o) igual a 2.000 c/s. los valores correspondientes a L y C son: L = 0,7 mH y C = = 10 μF, cuando el valor de R sea del orden de 10 Ω.

En la fig. XIX-3 (c) se representa la bobina L que puede construirse fácilmente.

Se utiliza un soporte de madera, de 2,5 cm. de diámetro con expansiones circulares de cartón baquelizado, de 4,5 cm. de diámetro, sobre el que se devanan 240 espiras de hilo de 1 mm. esmaltado, repartidas en 7 capas.

CONSTRUCCIÓN DE UN AMPLIFICADOR DE 10 VATIOS Y ALTA FIDELIDAD

El amplificador objeto de esta descripción ha incorporado en su diseño las directrices marcadas como norma en los amplificadores de alta fidelidad.

Circuito del amplificador

Es el representado en la fig. XIX-4 y está provisto de dos entradas, una para pick-up magnético y otra para pick-up de cristal, que aplican la señal a la rejilla del primer elemento triodo del doble triodo ECC83 (1) a través de C_{11} y la resistencia de escape R_{16}.

Entre ambas entradas se ha intercalado la resistencia R_{30}. El conjunto formado por C_{29} y R_{31} sirve para compensar las diferencias de capacidad entre los distintos tipos de fonocaptores.

La resistencia de polarización R_{17}, no está shuntada por el clásico condensador, lo que introduce un efecto de contrarreacción.

El acoplamiento con el paso siguiente, equipado con el segundo triodo de la ECC83 (1) está constituido por el circuito R_{19}-C_{13}, en serie con el potenciómetro P_1, en funciones de control de volumen.

El conmutador S_1-S_2 de seis posiciones selecciona las redes de corrección de grabación adecuadas.

El cursor de P_1 está conectado a la rejilla del segundo paso, que trabaja como amplificador de tensión, polarizado por medio de la resistencia R_1 con el condensador de paso C_1. El circuito de alimentación de placa está provisto de una célula de filtro R_{23}-C_{14}.

A través de C_2 se conectan los circuitos de regulación de graves y agudos aplicándose una reducida tensión de contrarreacción a través de R_2, que debe ser ajustada experimentalmente.

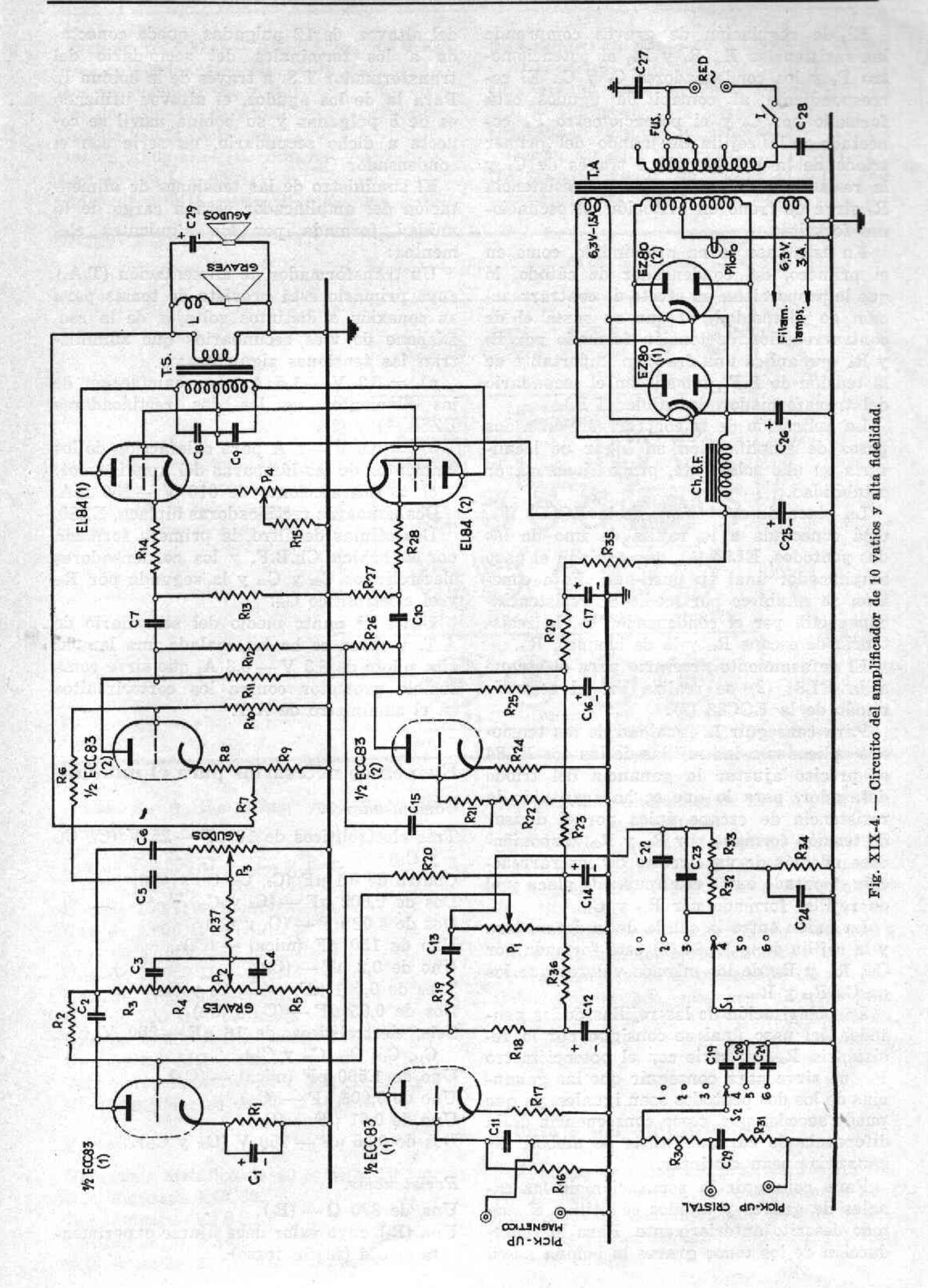


Fig. XIX-4. — Circuito del amplificador de 10 vatios y alta fidelidad.

El de regulación de graves comprende las resistencias R_3, R_4 y R_5, el potenciómetro P_2 y los condensadores C_3 y C_4. El correspondiente al control de agudos está formado por C_6 y el potenciómetro P_3, conectado a la rejilla de mando del primer triodo de la ECC83 (2), a través de C_5 y la resistencia de escape R_{10}. La resistencia R_6 sirve de freno en evitación de oscilaciones fortuitas.

En este paso se ha prescindido, como en el primero, del condensador de cátodo, lo que le proporciona un efecto de contrarreacción de intensidad, al que se suma el de contrarreacción de tensión formado por R_7 y R_9, que aplica una fracción importante de la tensión de B.F., tomada en el secundario del transformador de salida (T.S.).

La aplicación de la contrarreacción a dos pasos de amplificación en lugar de localizarla en uno solamente, proporciona mayor estabilidad.

La placa de este triodo de la ECC83 (2), está conectada a la rejilla de uno de los dos pentodos, EL84 (1), que equipan el paso amplificador final en push-pull. Esta conexión se establece por medio de resistencia-capacidad, por el condensador C_7, la resistencia de escape R_{13} y la de bloqueo, R_{14}.

El defasamiento necesario para el ataque a la EL84 (2) se realiza por el segundo triodo de la ECC83 (2).

Para conseguir la igualdad de las tensiones aplicadas a las rejillas de las dos EL84 es preciso ajustar la ganancia del triodo defasador, para lo que se ha sustituido la resistencia de escape única por el divisor de tensión formado por R_{21} y R_{22}, disponiéndose además de un circuito de contrarreacción, montado entre el circuito de placa y el de rejilla, formado por R_{26} y C_{15}.

La unión entre la salida de la defasadora y la rejilla de la EL84 (2) está formada por C_{10}, R_{27} y R_{28} de los mismos valores que los de C_7, R_{13} y R_{14}.

La polarización de las rejillas de los pentodos del paso final se consigue por la resistencia R_{15}, en serie con el potenciómetro P_4 que sirve para conseguir que las ganancias de los dos pentodos sean iguales, ya que puede suceder que, como consecuencia de la diferencia de características de ambos, las ganancias sean distintas.

Para conseguir la separación de los canales de graves y agudos se utiliza el método descrito anteriormente. Para la reproducción de los tonos graves la bobina móvil del altavoz, de 12 pulgadas, queda conectada a los terminales del secundario del transformador T.S. a través de la bobina L. Para la de los agudos, el altavoz utilizado es de 5 pulgadas y su bobina móvil se conecta a dicho secundario, en serie con el condensador C_{20}.

El suministro de las tensiones de alimentación del amplificador está a cargo de la unidad formada por los siguientes elementos:

Un transformador de alimentación (T.A.) cuyo primario está provisto de tomas para su conexión a distintos voltajes de la red. Dispone de tres secundarios que suministran las tensiones siguientes:

a) = 6,3 V — 1,5 A para calefacción de los filamentos de los dos rectificadores EZ80 (1) y (2).

b) = 6,3 V — 3 A para calefacción de los filamentos de las lámparas del amplificador.

c) = Dos secciones de 310 V — 150 mA.

Dos lámparas rectificadoras biplaca, EZ80.

Dos células de filtro, la primera formada por la bobina Ch.B.F. y los condensadores electrolíticos C_{25} y C_{26} y la segunda por R_{35} y el electrolítico C_{17}.

Entre el punto medio del secundario de A.T. y masa se ha intercalado una lamparita piloto de 6,3 V — 0,3 A, que sirve como fusible protector contra los cortocircuitos en el suministro de A.T.

Elementos necesarios para el montaje

Condensadores.

Tres electrolíticos de 10 μF — 25 V (C_1, C_{10} y C_{29}).
Cuatro de 0,1 μF (C_2, C_7, C_{13} y C_{18}).
Dos de 0,002 μF — (C_3 y C_{23}).
Dos de 0,02 μF — (C_4 y C_{24}).
Uno de 150 pF (mica) — (C_5).
Uno de 0,2 μF — (C_6).
Tres de 0,001 μF — (C_8, C_9 y C_{22}).
Dos de 0,05 μF — (C_{11} y C_{15}).
Seis, electrolíticos, de 16 μF — 500 V (C_{12}, C_{14}, C_{16}, C_{17}, C_{25} y C_{26}).
Uno de 1.500 pF (mica) — (C_{19}).
Uno de 0,005 μF — (C_{20}).
Uno de 0,01 μF — (C_{21}).
Dos de 0,05 μF — 250 V (C_{27} y C_{28}).

Resistencias.

Una de 820 Ω — (R_1).
Una (R_2) cuyo valor debe fijarse experimentalmente (según texto).

Cinco de 220.000 Ω — (R_3, R_{11}, R_{18}, R_{20} y R_{25}).
Tres de 100.000 Ω — (R_4, R_{19} y R_{32}).
Dos de 10.000 Ω (R_5 y R_{31}).
Dos de 2.200 Ω (R_6 y R_{22}).
Una de 270 Ω (R_7).
Dos de 1.500 Ω — (R_8 y R_{24}).
Una de 100 Ω — (R_9).
Cinco de 1 MΩ — (R_{10}, R_{12}, R_{16}, R_{21} y R_{26}).

Una lamparita piloto de 6,3 V — 0,3 A con su soporte.
Una bobina para el filtro (Ch.B.F.) — 10 H. — 200 mA.
Un transformador de alimentación (T.A.) (según texto).
Un transformador de salida (T.S.) — Impedancia del primario: 7.000 Ω.

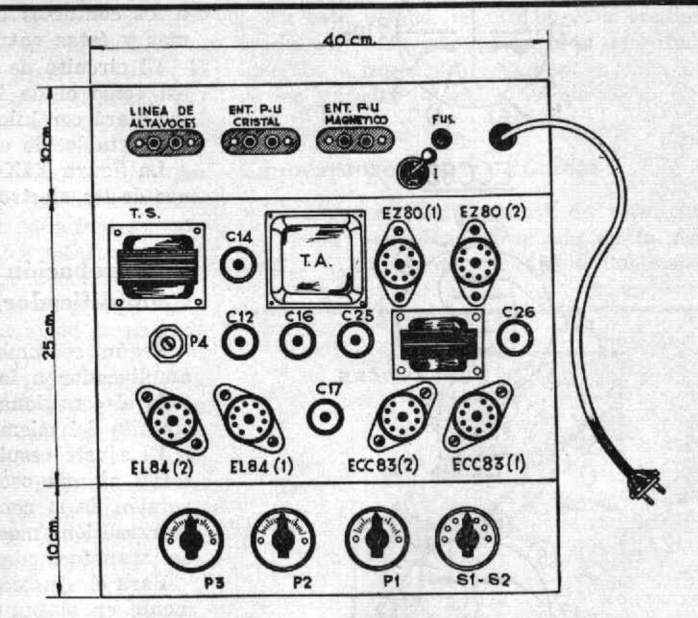


Fig. XIX-5. — Disposición de los elementos sobre el chasis.

Las R_{12} y R_{26} deben ser exactamente iguales.

Dos de 270.000 Ω — (R_{13} y R_{27}).
Dos de 1.000 Ω — (R_{14} y R_{28}).
Una de 150 Ω — 1 vatio — (R_{15}).
Una de 3.300 Ω — (R_{17}).
Tres de 47.000 Ω — (R_{23}, R_{29} y R_{30}).
Una de 20.000 Ω — (R_{33}).
Una de 470.000 Ω — (R_{34}).
Una de 500 Ω — bobinada — (R_{35}).
Una de 10.000 Ω — 1 vatio — (R_{36}).
Una de 0,1 MΩ — (R_{37}).
Tres potenciómetros de 1 MΩ (P_1, P_2 y P_3).
Un potenciómetro de 50 Ω — (P_4).

Varios.

Un chasis metálico de 40 × 25 × 10 cm.
Dos lámparas ECC83.
Dos lámparas EL84.
Dos lámparas EZ80.
Seis soportes para estas lámparas.

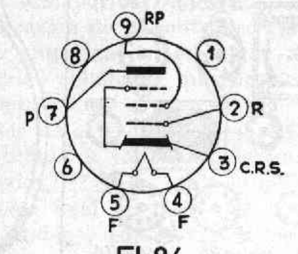
Dos altavoces dinámicos de 12 y 5 pulgadas, para graves y agudos.
Una bobina L para el canal de graves (según descripción, fig. XIX-3).
Un conmutador bipolar de seis posiciones — (S_1 y S_2).
Dos plaquitas con enchufes bipolares para las entradas del amplificador.
Un interruptor de alimentación (I).
Cable apantallado, hilo con plástico para conexiones, soldadura con alma de resina, tapataladros, terminales de conexión, tornillería, etc.

Montaje del amplificador

A título de orientación se representa en la fig. XIX-5 una de las disposiciones adecuadas de los elementos que han de fijarse sobre las partes superior, anterior y posterior del chasis.

La práctica de anteriores montajes nos habrá servido de experiencia y adiestramiento suficiente para la realización del actual por lo que omitiremos en esta ocasión las instrucciones de carácter general adecuadas a estas instalaciones.

ECC83



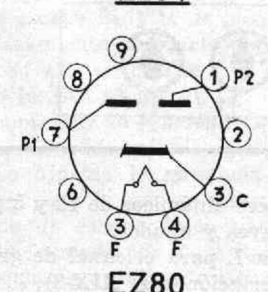


Fig. XIX-6. — Esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas.

La lámpara ECC83 (1), debe estar blindada y por consiguiente, antes de fijar el soporte sobre el chasis debemos situar la base del blindaje.

En relación con el potenciómetro de equilibrio P_4, debemos observar que no se ha situado en un lugar accesible como los P_1, P_2 y P_3.

La razón de esto es que solamente hay que ajustarlo inicialmente, pero no será preciso tocarlo mientras no se requieran nuevos ajustes por sustitución o envejecimiento de una de las dos EL84.

Deberán conectarse al chasis los blindajes centrales de los dos soportes de las ECC83 así como uno de los terminales de filamento de las lámparas.

Para las conexiones de entrada de las dos tomas de pick-up se utilizará hilo blindado soldando las pantallas de estas conexiones a los contactos correspondientes de las tomas y éstas entre sí al chasis.

El circuito de filamento de las lámparas así como el de las rectificadoras EZ80 se instalará con hilos trenzados, como es práctica establecida en estos casos.

La figura XIX-6 del esquema de conexiones de los electrodos de las lámparas.

Comprobación y ajuste del amplificador

Según costumbre, antes de conectar el amplificador a la red, debemos comprobar todo el conexionado, teniendo a la vista el circuito del mismo (fig. XIX-4).

El ajuste resulta muy sencillo. Si se observa alguna oscilación, se probará la inversión de la conexión del circuito de contrarreacción (masa y R_7), en el secundario del transformador de salida (T.S.).

Para el ajuste de P_4 debe situarse inicialmente en el punto medio de su recorrido, modificando esta posición hasta conseguir que sean iguales las corrientes de placa de las dos lámparas EL84.

Finalmente, ensáyense diferentes valores para R_{21} entre 470.000 Ω y 2 MΩ, adoptando el que proporcione la mejor calidad en la audición.

Realizados estos ajustes, tendremos el amplificador en disposición de ser puesto en servicio.

En la fig. XIX-6 se muestran los esquemas de conexiones de las lámparas ECC83, EL84 y EZ80, utilizadas en este montaje.

Estereofonía

Como hemos visto, con el diseño de los amplificadores de alta fidelidad se ha logrado la ausencia de distorsiones en la reproducción de las grabaciones musicales, habiendo llegado a un grado de perfección en este aspecto capaz de satisfacer a los más exigentes.

Pero aun con esto no se habría conseguido la sensación de realidad apetecida. A la reproducción le falta la sensación de profundidad, de relieve. Es como si escucháramos a un conjunto orquestal con un oído tapado (audición monoaural). La reproducción ideal será la que nos proporcione la sensación de que estamos escuchando los diferentes instrumentos "sueltos" con sus respectivos ejecutantes en posiciones idénticas a las que ocupan en la realidad.

Esto no es realmente posible utilizando un solo "oído eléctrico" que es el micrófono para el registro de todo el conjunto orquestal.

La reproducción "estereofónica" ideal sería la que en la grabación utilizase un micrófono situado al lado de cada instrumento y en la reproducción tantos altavoces como micrófonos, conectados en correspondencia y situados en posiciones homólogas a las de los micrófonos en el espacio de la sala de audición.

En la práctica resulta muy difícil esta solución ideal, que por otra parte no es absolutamente necesaria habiéndose adoptado la reproducción mediante dos canales distintos, registrados por dos micrófonos distintos situados uno a la derecha y otro a la izquierda del centro de la orquesta, que alimentan dos amplificadores distintos pero de las mismas características.

La diferencia entre la audición monoaural y la estereofónica es la que existe entre la audición de una orquesta a través de un orificio practicado en un muro de separación entre los locales ocupados por ésta y el oyente o, refiriéndonos a una sensación visual, la diferencia de admirar un bello paisaje pintado en un abanico estando éste medio cerrado o abierto completamente.

En la reproducción estereofónica se llena el ambiente de una música agradable y perfectamente distribuida.

Grabaciones estereofónicas

En las grabaciones de esta clase, las señales procedentes de cada micrófono han de ser objeto de un registro independiente y reproducidas en un sincronismo perfecto.

El registro en cinta magnetofónica, con doble pista de grabación puede ser una buena solución, pero los equipos de reproducción para esta clase de registro, no son tan ampliamente empleados como los gramófonos.

Esta razón ha obligado a los fabricantes a recurrir al registro en discos gramofónicos, técnica que ofrece dificultades considerables que han sido rápidamente superadas, mediante el empleo de dos pistas de grabación que en los primeros ensayos utilizaban el sistema "vertical-lateral" y posteriormente el "diagonal" o sistema Westrex 45/45.

En este último, la información suministrada por cada uno de los dos micrófonos (derecha e izquierda) se graba en cada una de las paredes laterales del surco.

Fonocaptores estereofónicos

El esquema fundamental de esta clase de pick-up es el representado en la figura XIX-7. Consta de una cápsula doble en la

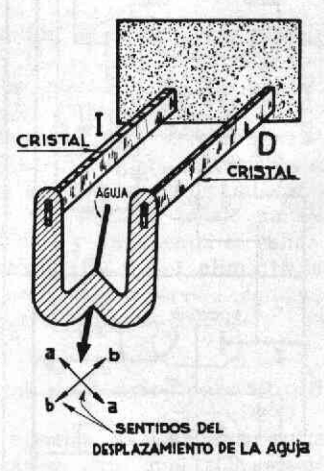


Fig. XIX-7. — Esquema fundamental de un fonocaptor estereofónico.

que los dos cristales I y D están fijos por uno de sus extremos en una pieza rígida de plástico. Los extremos libres se hallan fijos a una pieza flexible en forma de W. Un vástago solidario de la aguja está en contacto con el centro de esta pieza.

Cuando ha sido grabada la pared derecha del surco la aguja se mueve perpendicularmente a esta pared en el sentido *a-a*. La parte izquierda de la pieza en forma de W se dobla y desdobla con el ritmo de dichos movimientos y el cristal I se mantiene inmóvil.

Los movimientos se transmiten desde el centro de la misma al brazo de la derecha ya que las fuerzas actúan en línea con esta pieza y como consecuencia, el cristal de la derecha, D, estará sometido a torsión engendrándose una tensión eléctrica que es la imagen de la modulación de la pared derecha del surco.

La separación necesaria entre los dos cristales se asegura mediante dos piezas de plástico muy ligeras.

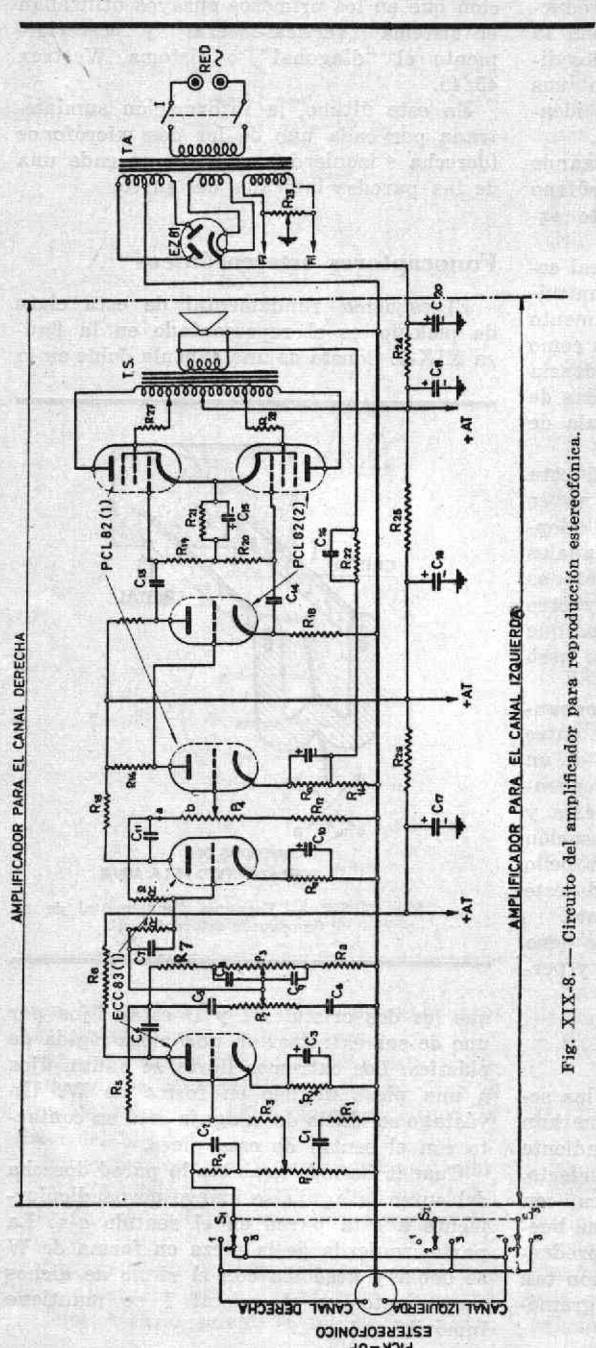


Fig. XIX-8. — Circuito del amplificador para reproducción estereofónica.

La construcción de estos fonocaptores debe ser muy cuidada con objeto de evitar que la grabación de cada uno de los canales afecte al cristal asociado a la grabación del otro.

Este problema es el mismo en el aspecto eléctrico, por lo que han de evitarse los acoplamientos eléctricos entre los dos canales.

Las conexiones a través del brazo del pick-up utilizarán hilos blindados independientes, así como las de unión entre el pick-up y el amplificador.

Construcción de un amplificador estereofónico

El progreso de la técnica de grabación estereofónica, requiere una evolución paralela del diseño de los amplificadores asociados.

Cualquier diseño de amplificador sería aplicable a la reproducción estereofónica, siempre que se disponga de dos amplificadores exactamente iguales al nivel de salida de ambos.

Los altavoces conectados a estos amplificadores deben estar en fase pudiendo reconocerse la conexión adecuada por ser la que mejor reproduce las notas graves en una línea equidistante de ambos altavoces.

Circuito del amplificador

El circuito del amplificador aparece en la fig. XIX-8. Téngase bien presente que consta de dos secciones, exactamente iguales, una para el canal de la derecha y otra para el de la izquierda. Para no complicar el dibujo, solamente se ha representado la primera, así como la unidad de alimentación y la línea de suministro de A.T. que son comunes a las dos secciones del amplificador.

Las salidas de los dos canales del fonocaptor estereofónico se unen a los contactos del conmutador tripolar de tres posiciones (S_1, S_2 y S_3) que permite invertir la posición de los canales en los contactos 1 y 2 o bien en su posición 3, se unen las dos salidas, en cuyo caso la reproducción es monoaural, es decir, para grabaciones normales, con fonocaptores de un solo canal.

Entre las dos líneas de punto y raya se comprende la parte que es igual para los dos canales y fuera de las mismas los elementos comunes a ambos canales, que son, el conmutador S_1, S_2 y S_3 y la unidad rectificadora con las células de filtro asociadas a la línea del suministro de + A.T.

El potenciómetro P_1, con toma intermedia, para la regulación fisiológica del volumen, dosifica el nivel de la señal de entrada, que es amplificada por dos pasos de amplificación previa, constituidos por las dos secciones triodo de la lámpara ECC83, acopladas a través de circuitos reguladores de volumen y correctores de tono, controlados por los potenciómetros P_2 y P_3 con mando único.

A través de las resistencias R_8 y R_{10} se transmite parte de la tensión de salida a las rejillas de ambos triodos, con lo que se consigue una regeneración negativa que mejora la respuesta del preamplificador.

Para el buen funcionamiento del sistema es preciso el equilibrio de los niveles de las señales en ambos amplificadores, lo que se consigue mediante el empleo de dos potenciómetros P_4 (uno en cada amplificador) también con mando único. Estos potenciómetros tienen una particularidad, que consiste en que la mitad derecha del recorrido *a-b* de uno de ellos y la mitad izquierda del otro están metalizadas, lo que permite aumentar la ganancia de una de las secciones del amplificador, manteniendo invariable la de la otra, con lo que la pérdida introducida es prácticamente nula.

A continuación y mediante el empleo de dos lámparas triodo-pentodo PCL82 (1) y PCL82 (2) se han provisto los pasos siguientes:

Uno de los triodos trabaja como amplificador de la señal una vez conseguido el equilibrio a que hemos aludido anteriormente. El segundo triodo funciona como defasador para el ataque al paso final.

Los dos pentodos, montados en push-pull, constituyen el paso final de amplificación de potencia.

El divisor de tensión formado por R_{24}, R_{22} y C_{16} aplica una parte de la presente en el secundario del transformador de salida (T.S.), al circuito de cátodo del preamplificador unido a P_4.

La unidad de alimentación está equipada con el transformador de alimentación T.A. cuyos secundarios suministran las siguientes tensiones e intensidades.

Secundario de A.T. = 250 + 250 V — 150 mA.

Secundario para filamentos de las lámparas PCL82: 16 V, 1 A. Por medio de la resistencia ajustable (R_{23}) se obtienen 8 + + 8 V, con relación a masa, lo que reduce considerablemente el zumbido de la red.

Secundario para filamentos de las ECC83 y EZ81: 6,3 V — 1,6 A.

Usa una lámpara EZ81 montada como rectificadora de onda completa que suministra la corriente de A.T., filtrada por tres células.

A la salida de la primera, formada por R_{24}, C_{19} y C_{20} se toma la tensión para alimentar las placas y rejillas pantallas de los pentodos del paso final.

Seguidamente, otra célula formada por R_{25} y C_{18}, a cuya salida se toma la alimentación de las placas de los triodos de las PCL82 y del segundo triodo amplificador de las ECC83 y finalmente, la salida de la tercera célula (R_{26} y C_{17}) alimenta las placas del amplificador previo equipado con el primer triodo de las ECC83.

Elementos necesarios para el montaje

En la relación de elementos se incluyen los necesarios para una sola sección del amplificador, por lo que habrá que prepararlos por duplicado para disponer de los necesarios para ambos canales.

Condensadores.

Dos de 0,01 μF (papel) — (C_1 y C_9).
Uno de 56 pF (cerámica) — (C_2).
Tres de 100 μF — 12 V (electrolíticos) (C_3, C_{10} y C_{12}).
Cuatro de 0,022 μF — (C_4, C_{11}, C_{13} y C_{14}).
Uno de 270 pF (cerámica) — (C_5).
Dos de 0,002 μF — (cerámica) — (C_6 y C_{16}).
Uno de 100 pF — (cerámica) — (C_7).
Uno de 0,001 μF — (C_8).
Uno de 100 μF — 25 V (electrolítico) (C_{15}).
Cuatro de 50 μF — 350 V (electrolíticos) (C_{17}, C_{18}, C_{19} y C_{20}).

Resistencias.

Dos de 2.000 Ω (R_1 y R_{13}).
Dos de 330.000 Ω (R_2 y R_{12}).
Una de 47.000 Ω (R_3).
Dos de 1.000 Ω (R_4 y R_{11}).
Dos de 10 MΩ (R_5 y R_{10}).
Cuatro de 100.000 Ω (R_6, R_{15}, R_{17} y R_{18}).
Una de 270.000 Ω (R_7).
Una de 27.000 Ω (R_8).
Una de 220.000 Ω (R_9).
Una de 180 Ω (R_{14}).
Una de 390.000 Ω (R_{16}).
Dos de 680.000 Ω (R_{19} y R_{20}).
Una de 330 Ω (3 vatios, bobinada) (R_{21}).
Un potenciómetro bobinado de 100 Ω (R_{23}).
Una resistencia de 220 Ω (5,5 vatios, bobinada) (R_{24}).
Dos resistencias de 10.000 Ω (R_{25} y R_{26}).
Dos resistencias de 1.000 Ω (1 vatio) — (R_{27} y R_{28}).
Un potenciómetro logarítmico, con toma intermedia, de 200.000 Ω (P_1).
Dos potenciómetros con mando único, logarítmicos, de 1 MΩ (P_2 y P_3).
Un potenciómetro logarítmico especial (P_4). Según texto.

NOTA: Todas las resistencias son de 1/2 vatio, de carbón, cuando no se indique otro valor.

Varios.

Una lámpara ECC83.
Dos lámparas PCL82.
Una lámpara EZ81.
Cuatro soportes para estas lámparas.
Un transformador de salida (T.S.). Impedancia de placa 8.000 Ω, con dos tomas intermedias a 1/5 de cada sección a partir del punto central.
Un transformador de alimentación (T.A.). Características, según texto.
Un chasis metálico de 40 × 25 × 8 cm.
Una cápsula fonocaptora estereofónica AG 3.060 o similar.
Un enchufe para salida del fonocaptor.
Dos enchufes para los altavoces.
Cuatro mandos para el conmutador y los potenciómetros.
Una lamparita piloto de 6 V, 0,1 A con soporte y capuchón.
Un interruptor bipolar (I).
Un cordón bipolar, terminado en clavija de enchufe para toma de corriente de red.
Hilo para conexiones, cable blindado, soldadura, regletas de conexiones y conectores para tomas de masa, tornillería y otros elementos accesorios.

Montaje del amplificador

Como puede apreciarse en la fig. XIX-9 se han dispuesto en dos filas los elementos correspondientes a cada uno de los canales. La parte derecha del chasis se ha reservado al montaje de los elementos comunes a ambos canales, que son los que constituyen la unidad de alimentación.

En la parte posterior se dispondrán, a partir de la izquierda, el enchufe tripolar del pick-up, los dos enchufes bipolares para

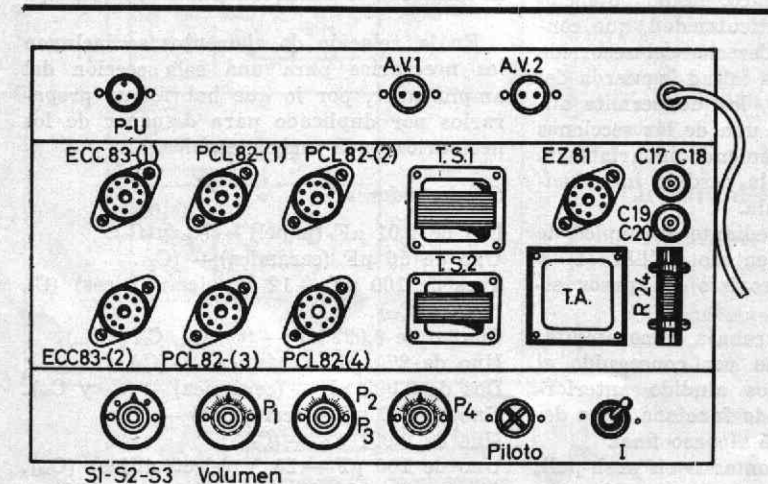


Fig. XIX-9. — Disposición de los elementos sobre el chasis del amplificador.

los altavoces de los dos canales y el cordón para toma de corriente de la red.

En la parte lateral anterior se dispondrán los mandos del conmutador y los potenciómetros P_1, P_2, P_3 y P_4, la lamparita piloto y el interruptor bipolar (I).

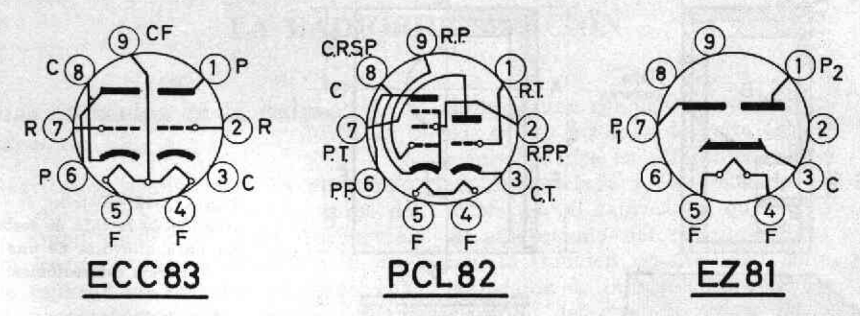


Fig. XIX-10. — Esquema de las conexiones de los electrodos de las lámparas.

Por tratarse de un sistema estereofónico de gran calidad, se seguirán las normas de carácter general, con más atención, si es posible, que en otros montajes de menos responsabilidad, extremando el cuidado en la bondad de las conexiones con sus soldaduras, blindaje de las de entrada de los diferentes pasos del amplificador, evitación de paralelismos, etc., etc.

En la fig. XIX-10 se incluyen los esquemas de conexiones de los electrodos de las lámparas utilizadas en este montaje.

Instalación de altavoces

La situación de los altavoces asociados a cada uno de los dos canales depende de las dimensiones y propiedades acústicas de la sala de audición, siendo necesario estudiar con atención las condiciones de la instalación.

La consideración detallada de este complejo problema sale fuera de los límites de este estudio elemental.

No obstante podemos indicar las normas de carácter general que deben tenerse presentes al realizar la instalación de los altavoces para la reproducción estereofónica.

Deberán tenerse en cuenta las indicaciones siguientes:

a) El amplificador debe suministrar la potencia necesaria para obtener una audición perfecta desde cualquier punto del local, estando cubierta la capacidad total del mismo. Al calcular la potencia disponible debe tenerse en cuenta la de uno de los dos amplificadores solamente.

b) La colocación de los altavoces debe ser tal, que amplificando una señal cualquiera que contenga frecuencias distintas, reproducida simultáneamente por ambos alta-

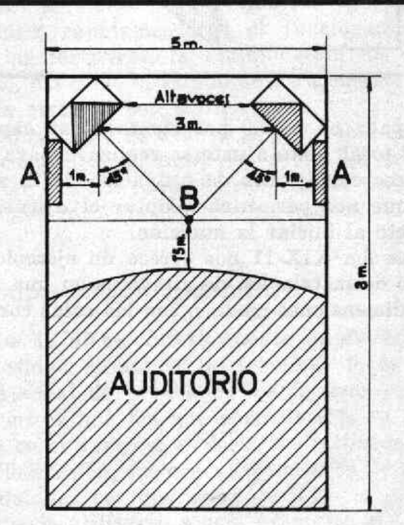


Fig. XIX-11. — Disposición de la instalación de altavoces en una sala de dimensiones medias.

voces y con el regulador de equilibrio convenientemente ajustado, se obtenga el mismo nivel de audición de ambos canales, en un punto equidistante de los dos altavoces,

y situado a una distancia de 1,5 metros de la primera fila de auditores.

c) Seguidamente se corregirá el ajuste del regulador de equilibrio estando la sala ocupada en un 50 por ciento de su capacidad total. Este ajuste se realizará para dos o tres condiciones de ocupación de la sala, lo que nos permitirá adoptar el ajuste correcto al iniciar la audición.

La fig. XIX-11 nos ofrece un ejemplo típico de instalación de altavoces en una sala de dimensiones medias, con las cotas correspondientes. En A se representa el recubrimiento de las paredes, en las proximidades de los altavoces, por medio de cortinajes u otro material absorbente.

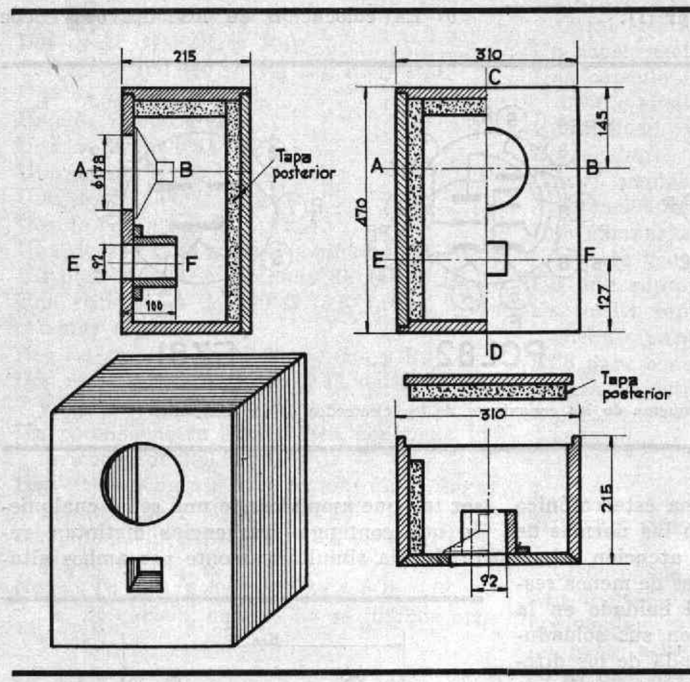


Fig. XIX-12.—Detalles de construcción de la caja de resonancia para altavoces de una instalación estereofónica.

En la fig. XIX-12 se muestran, acotadas, tres secciones de una caja de resonancia "reflex" para montaje de altavoces en instalaciones estereofónicas, así como una perspectiva de la misma. En su construcción debe emplearse madera muy seca, recubriendo el interior con material absorbente del sonido, como fibra de vidrio o fieltro.

LECCIÓN XX

LA RADIORREPARACIÓN

Sistemas utilizados en la radio-reparación

En las lecciones anteriores ha aprendido usted a construir y calibrar receptores de radio y amplificadores de baja frecuencia. En esta lección vamos a enseñarle la manera de reparar un receptor averiado, con lo cual terminaremos este curso completo de Radioelectricidad.

Todos los sistemas de reparación tienen por objeto la localización de la avería, es decir, la determinación del elemento o elementos averiados, bien por destrucción o por variación de sus valores normales.

Los recursos de que dispone el técnico para la realización de este trabajo son variados, pero los más frecuentemente utilizados son los indicados a continuación.

1. Examen sensorial (vista, tacto u olfato).

2. Por sustitución de los elementos del circuito.

3. Por la comprobación de voltajes, resistencias e intensidades en los puntos esenciales del circuito.

4. Mediante la comprobación dinámica y paso a paso, del circuito del receptor.

El primer procedimiento no requiere aclaración alguna. Cualquier elemento roto o quemado o que por su olor denote un recalentamiento anormal, deberá ser sustituido por otro de las mismas características.

Pero no siempre resulta tan evidente y fácil de descubrir el elemento averiado. En todo caso, las averías de otros receptores del mismo tipo y la experiencia, serán de gran ayuda en la localización de la avería.

El segundo procedimiento, que consiste en la sustitución de los elementos sospechosos por otros en buen estado, requieren mucho tiempo y suele resultar complicado cuando contribuyen a una sola avería varios elementos defectuosos.

El tercer procedimiento nos permitirá establecer una comparación entre los resultados de las medidas de voltajes, resistencias e intensidades en diferentes puntos del receptor averiado y los indicados como normales por el fabricante, que suelen figurar en el esquema del receptor. Este procedimiento también resulta algo lento, ya que la medida de intensidades requiere la interrupción del circuito objeto de la medida para intercalar, en serie, el miliamperímetro.

El último procedimiento es el que nos permite determinar las condiciones de funcionamiento de los diferentes circuitos del receptor, mediante ensayos sucesivos y rápidos, desde el altavoz a la entrada de antena. Mediante estas pruebas podremos deducir rápidamente si el funcionamiento de las lámparas, la amplificación de cada paso, así como el estado de los elementos de cada circuito, son los normales.

Claramente se deduce la gran ventaja de la comprobación dinámica sobre las de carácter estático a que se refieren los procedimientos mencionados anteriormente.

Comprobación dinámica

De lo dicho anteriormente se deduce la necesidad de aplicar al terminal de antena una señal de prueba de las mismas características que las que normalmente se reciben en el aparato, es decir, las utilizadas en radiodifusión, que como sabemos son de R.F., moduladas por una señal de B.F.

Puede utilizarse a este propósito el generador de señal a que nos hemos referido en la Lección XII al tratar de la alineación de receptores.

La salida del oscilador de prueba se conectará al terminal de antena del receptor a través de un circuito denominado "antena artificial" formado por C_1-C_2, la bobina L y la resistencia R_1, cuyos valores son

0,0002 μF, 0,0004 μF, 20 μH y 400 Ω, respectivamente. Para la conexión se utilizará hilo blindado. El montaje de estos elementos es el representado en la figura XX-1.

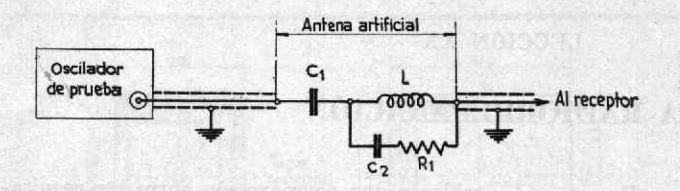


Fig. XX-1. — La conexión entre el oscilador de prueba y el receptor se establece a través de la "antena artificial".

Si no se dispone de un oscilador de prueba, puede utilizarse las señales captadas por la antena conectada al receptor, sintonizado para la recepción de la emisora.

Necesitamos disponer de un aparato que nos indique el nivel de la señal a la salida de los diferentes pasos del receptor o en puntos singulares del circuito y que a más de poseer una gran sensibilidad tenga un amplio margen de funcionamiento ya que ha de registrar señales de todas las frecuencias utilizadas en radiodifusión y las que corresponden a las audibles que son las que intervienen en los pasos de B.F. del receptor.

Resultaría costosa la adquisición de un aparato de tipo comercial adecuado para estas pruebas por lo que ofrecemos a continuación la posibilidad de construir uno de tipo económico y de fácil realización.

Comprobador dinámico con transistores

Este comprobador tiene sobre los equipados con lámparas termoiónicas las mismas ventajas que tienen los receptores de transistores sobre los de lámparas, es decir, que por su reducido tamaño, y débil consumo pueden transportarse fácilmente y ser utilizados en cualquier lugar, independientemente de los suministros de corriente de red.

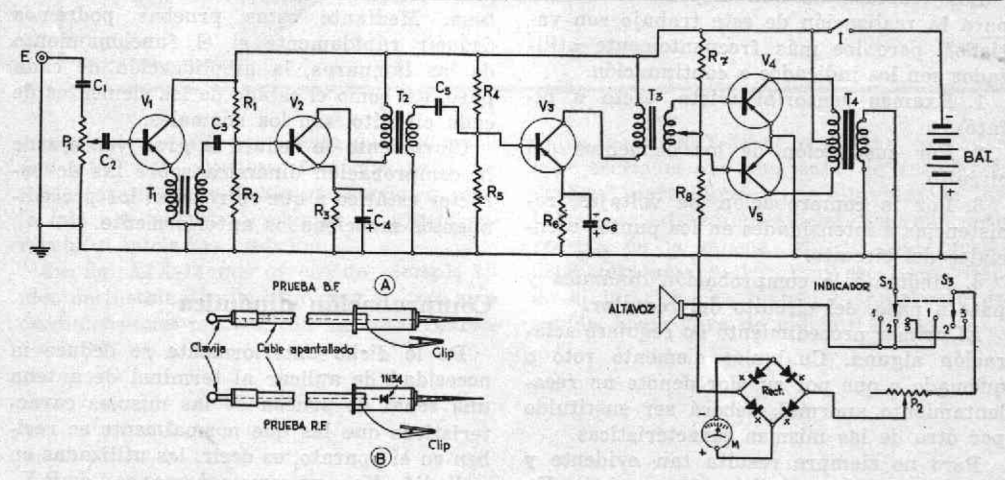


Fig. XX-2. — Circuito del comprobador dinámico equipado con transistores: (*A*) Punta de prueba de B.F.; (*B*) Punta de prueba de R.F.

Circuito del comprobador

Es el representado en la fig. XX-2. Su impedancia de entrada es alta (0,5 MΩ) y suministra una salida en audiofrecuencia de unos 100 milivatios, suficiente para el fun-

cionamiento de un altavoz, pudiendo ser también medida con un miliamperímetro M de corriente continua.

Dispone de dos puntas de prueba (A) y (B) que han de utilizarse respectivamente cuando se verifiquen ensayos en circuitos de B.F. o de R.F.

La primera está unida a un conductor blindado, terminado en una clavija bipolar que ha de ser enchufada en el jack de entrada del comprobador y la segunda es de constitución análoga, pero como el comprobador no es sino un amplificador de B.F. es necesario que las señales de R.F. sean detectadas antes de su entrada en el mismo.

Para ello se ha intercalado en el circuito de la punta de prueba un detector de germanio tipo 1N34.

Ambas puntas están provistas de una pinza cocodrilo para morder el chasis del receptor.

La entrada del comprobador (E) está conectada a un circuito serie formado por C_1 y el potenciómetro P_1 que permite regular el nivel de la señal de B.F. aplicada a la base del transistor V_1 a través de C_2.

Este transistor constituye el primer paso de los cuatro de que consta el amplificador. El acoplamiento entre todos ellos tiene lugar a través de los transformadores T_1, T_2 y T_3.

El montaje de todos los transistores es de "emisor común", estando equipado el último paso con los V_4 y V_5 montados en push-pull.

La señal de salida presente en el secundario del transformador T_4 se lleva a un indicador, que, controlado por un conmutador bipolar S_2-S_3, de tres posiciones, nos proporciona en su posición 3 una señal visual mediante la medida de la salida en el miliamperímetro M, una vez rectificada por el rectificador seco, en puente (Rect.). En la posición 2 la salida del amplificador hace funcionar un altavoz lo que permitirá seguir atentamente la investigación sobre los circuitos del receptor sin tener que dirigir la mirada al aparato de medida y finalmente, en la posición 3, dispondremos de las indicaciones visual y auditiva simultáneamente.

Creemos innecesario decir que las indicaciones suministradas por el aparato de medida M son más precisas que las proporcionadas por el altavoz.

Los transistores con que va equipado el comprobador son del tipo de unión (p-n-p). El primero (V_1) es un CK725 Raythcon y los restantes son todos tipo CK721.

Los valores de los elementos del circuito son los siguientes:

Condensadores.

C_1 = 0,01 μF.
C_2-C_3 = 1 μF.
C_4-C_6 = 50 μF — 25 V (electrolíticos).
C_5 = 1 μF.

Resistencias.

R_1-R_4 = 15.000 Ω.
R_2-R_5 = 1.200 Ω.
R_3-R_6 = 470 Ω.
R_7 = 4.700 Ω.
R_8 = 120.000 Ω.
P_1 = 1 MΩ (potenciómetro).
P_2 = 10.000 Ω (potenciómetro).

Varios.

Dos transformadores (T_1 y T_2) de las siguientes características: Primario, 20.000 Ω; Secundario, 1.000 Ω.
Un transformador T_3. Primario, 10.000 Ω; Secundario, 2.000 Ω, con toma central.
Un transformador de salida (T_4) para push-pull. Primario, dos secciones de 10.000 Ω.

Localización de averías por medio del comprobador

Una vez conectado a la red el receptor objeto de la comprobación se procederá en la forma que se indica a continuación:

a) Ajústese la frecuencia del oscilador de pruebas dentro del margen de las ondas medias.

b) Conéctese la salida (R.F. modulada) al terminal de antena del receptor según se indica en la fig. XX-1.

c) Conéctese a masa la línea del C.A.V. del receptor, para evitar su funcionamiento durante las pruebas.

d) Sintonícese el receptor a la frecuencia de la señal de salida del oscilador de pruebas.

Para facilitar el proceso de comprobación nos referiremos a la fig. XX-3 que muestra el circuito de un receptor superheterodino clásico. Los números que señalan los puntos de prueba son a los que nos referiremos en la descripción de las mismas, que iniciamos a continuación:

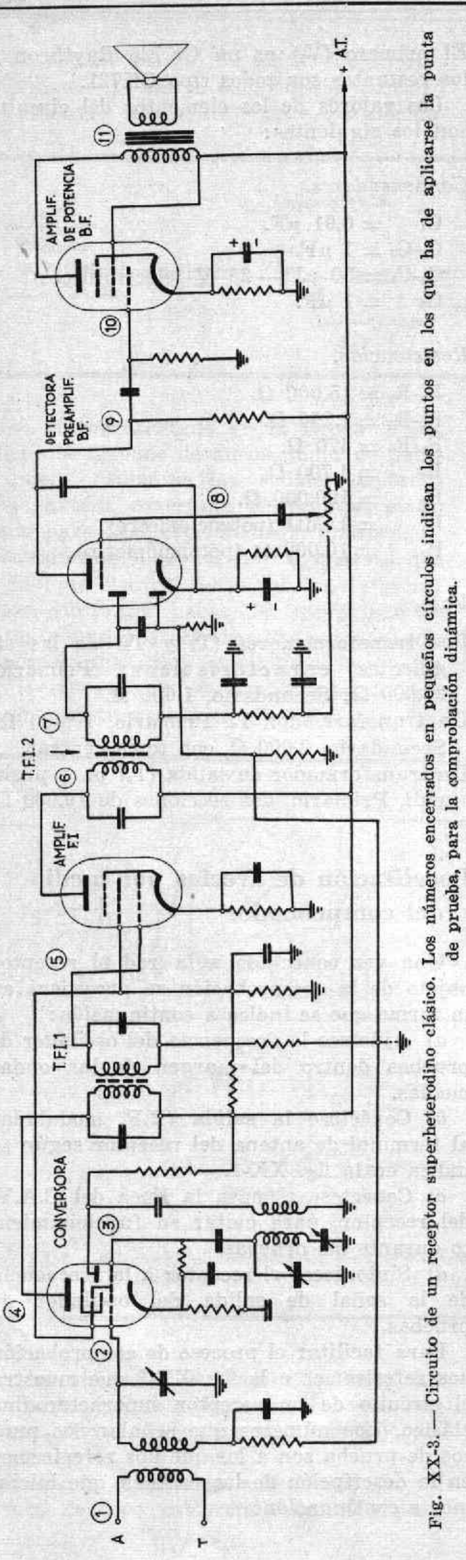


Fig. XX-3. — Circuito de un receptor superheterodino clásico. Los números encerrados en pequeños círculos indican los puntos en los que ha de aplicarse la punta de prueba, para la comprobación dinámica.

1. Pasos de R.F.

Conéctese la punta de prueba de R.F. [figura XX-2 (B)] al jack E, de entrada del comprobador dinámico, haciendo contactos sucesivos en los puntos marcados en la figura XX-3 con los números que se indican.

Punto 1.

a) Ajústese la salida del oscilador de prueba al menor valor posible compatible con el funcionamiento del indicador, con el potenciómetro P_1 al máximo y el P_2 al mínimo.

b) Anótese la lectura del indicador M, en estas condiciones.

Punto 2.

Tómese la lectura del indicador que debe ser análoga a la obtenida en el punto 1. Según la relación de transformación de la bobina de antena puede ser algo mayor o menor, pues de ser así denotaría la existencia de una avería en el circuito de entrada, lo que nos obligaría a comprobar detenidamente sus componentes, midiendo la resistencia de las bobinas y el aislamiento del condensador de sintonía y el de desacoplo del C.A.V.

Punto 3.

En este punto podremos determinar la falta o existencia de tensión en la rejilla de la sección osciladora de la lámpara conversora.

Si no se percibe señal alguna, es prueba de que no trabaja el oscilador local, en cuyo caso debe buscarse la causa en la bobina osciladora o en la lámpara.

Para esta comprobación debe variarse la sintonía del oscilador de prueba, ajustándola a la diferencia entre la de sintonía del receptor y la frecuencia intermedia.

2. Pasos de F.I.

Ajústese la sintonía del oscilador de prueba a la del receptor y establezca el contacto de la punta de prueba con él.

Punto 4.

La lectura en el indicador de salida ha de ser superior a la obtenida en el punto 2, ya que la señal de prueba habrá sido amplificada por la lámpara conversora.

Si la lectura en el indicador fuese nula o menor que la obtenida en el punto 2 es debido a que la lámpara conversora es defectuosa.

Punto 5.

La comprobación se refiere a la tensión en el secundario del primer transformador de F.I. La lectura debe ser sensiblemente igual a la correspondiente al punto 4.

Si fuese nula o sensiblemente menor a ésta deberá localizarse la avería en el transformador de F.I. (T.F.I.1) o en sus conexiones.

Si el resultado de esta prueba es normal, pasaremos seguidamente al

Punto 6.

En el que medimos la señal una vez amplificada por la lámpara amplificadora de F.I.

Evidentemente la lectura en el indicador de salida debe ser superior a la obtenida al probar en el punto 5. Si la aguja del miliamperímetro M se fuera al final de la escala, será necesario modificar el ajuste de P_2 y si fuese preciso el de P_1 para que la lectura coincida aproximadamente con el centro de la escala.

Si la lectura fuese nula o menor que la anterior será necesario comprobar el estado de la amplificadora de F.I. o sus conexiones y voltajes de alimentación de sus electrodos.

Punto 7.

En este punto comprobaremos el nivel de la señal de F.I. en el secundario del segundo transformador de F.I. (T.F.I.2).

La lectura debe ser similar a la correspondiente al punto 6.

Si fuese nula o menor, deberá comprobarse el transformador o sus conexiones.

3. Pasos de B.F.

A partir de este momento debemos sustituir la punta de prueba de R.F. por la de B.F., fig. XX-2 (A), ya que la señal de R.F. ya ha sido detectada por la lámpara detectora.

Iniciaremos los ensayos por el mismo punto 7, ya que en él existen dos oscilaciones, una de F.I. y otra de B.F.

La lectura del indicador nos servirá de referencia para las pruebas siguientes, pero debemos tener presente que será distinta de la obtenida al comprobar en este punto la señal de F.I. ya que se han modificado esencialmente las características del circuito de medida.

Punto 8.

Póngase al máximo el potenciómetro de control de volumen del receptor.

La lectura en el indicador debe ser igual a la obtenida en el punto 7. Si fuese nula será necesario revisar el circuito de filtro de la F.I., el potenciómetro de volumen y sus conexiones.

Deberá comprobarse el funcionamiento del potenciómetro, moviendo lentamente el cursor y observando el desplazamiento de la aguja del indicador de salida, que debe seguir el movimiento del cursor, sin variaciones bruscas o descenso hasta el cero, pues esto sería debido a contactos irregulares o falta de circuito, lo que requerirá la sustitución del potenciómetro.

A continuación haremos contacto con la punta de prueba en el

Punto 9.

La lectura debe ser superior a la obtenida en el punto 8, ya que la señal habrá sido amplificada por la sección triodo de la lámpara detectora-preamplificadora de B.F.

Del resultado de esta medida podremos deducir el estado de esta lámpara, procediendo a su sustitución si la lectura fuese nula o menor que la anterior.

Este resultado podría ser producido también por defectuoso aislamiento o cortocircuito del condensador de paso de la F.I. conectado entre la placa y el cátodo.

Punto 10.

La lectura debe ser análoga a la del punto 9. La señal aplicada a la rejilla de la lámpara final habrá atravesado el circuito de acoplamiento entre el preamplificador de B.F. y el paso final.

Si hubiera una diferencia en la lectura, en el sentido de disminución, será necesario comprobar los elementos, resistencias y condensador del circuito de acoplamiento así como sus conexiones, sustituyendo los que resulten defectuosos.

Punto 11.

En este punto observaremos la señal de audiofrecuencia en el circuito de placa de la amplificadora de potencia.

Como se ha introducido la ganancia de esta lámpara, la lectura en el indicador de salida deberá ser superior a la obtenida en el punto anterior.

Si no se cumpliese esta condición será necesario comprobar el buen estado de la lámpara o de sus elementos asociados, primario del transformador de salida, resistencia de cátodo y condensador de paso.

OBSERVACIÓN ÚTIL.

A título de calibración elemental del comprobador, es muy conveniente hacer una exploración completa de los diferentes pasos de uno o varios receptores de tipo convencional, tomando nota de las lecturas del indicador de salida en los puntos correspondientes a los señalados en el esquema de la fig. XX-3.

Estas lecturas constituyen una información muy útil, pues nos servirán de comparación en otras similares, realizadas sobre aparatos averiados.

Una vez conocida la parte del circuito cuyo funcionamiento no es correcto, debemos inspeccionar sus elementos y conexiones, por si pudiera descubrirse la causa de la avería, antes de deshacer ninguna conexión para la comprobación de los elementos mediante medidas de resistencia, continuidad y aislamiento por medio del comprobador universal.

Una comprobación previa es la medida de los voltajes de alimentación de los electrodos de las lámparas, que nos permitirá en muchos casos la localización de las averías rápidamente.

Averías más frecuentes en los diferentes pasos de un receptor

Como hemos indicado anteriormente, una de las mayores ayudas que puede tener el reparador en la localización de las averías de los receptores, es la experiencia y el que pudiéramos llamar ojo clínico.

Ambas cosas se consiguen a fuerza de práctica. Por ello consideramos de gran interés el conocimiento de las averías que con más frecuencia suelen presentarse en los diferentes pasos de un receptor, así como los síntomas correspondientes.

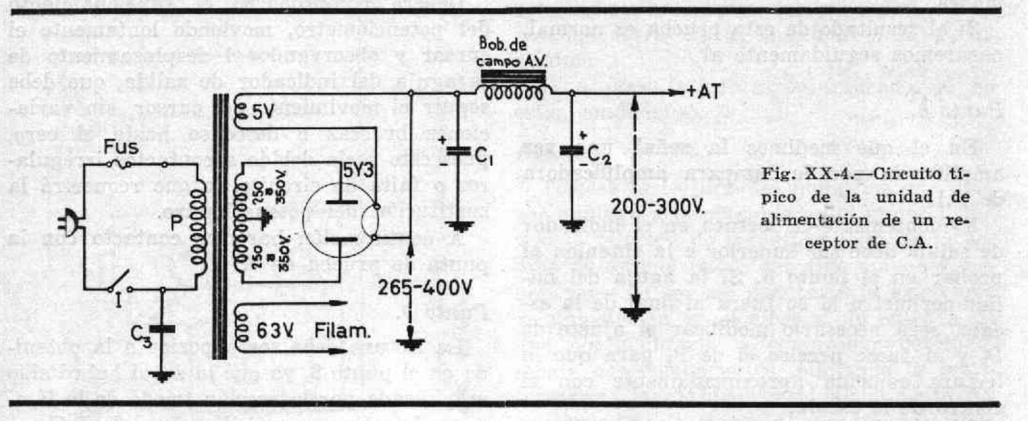


Fig. XX-4.—Circuito típico de la unidad de alimentación de un receptor de C.A.

Unidad de alimentación (Fig. XX-4).

1. NO ENCIENDEN LAS LÁMPARAS. — Comprúebese con el óhmetro el circuito desde los terminales de la clavija de enchufe a la red. La resistencia variará entre 5 y 15 ohmios. Si falta circuito, comprúebese el cordón, la clavija, el fusible, si existe, el interruptor y, finalmente, el primario (P) del transformador de alimentación.

2. CALENTAMIENTO EXCESIVO DE LA LÁMPARA RECTIFICADORA. — Voltaje del + A.T. nulo. La medida con el óhmetro entre el + A.T. y el chasis indica la existencia de un cortocircuito.

Comprúebese el condensador C_2 que posiblemente estará en cortocircuito así como el aislamiento del + A.T. con relación a masa.

También puede ser causa de esta avería el cortocircuito del condensador C_1 o del circuito de placa del paso amplificador de potencia.

3. ZUMBIDO DE RED. — Si el voltaje del + A.T. es menor del normal, comprúebese si el condensador C_1 está en circuito abierto y si este voltaje es normal puede ser debido a falta de circuito en el condensador de salida del filtro, C_2.

4. "RUIDO DE CANOA". — El voltaje del

+ A.T. puede ser normal o variable periódicamente. Compruébese el condensador C_2, probablemente en circuito abierto.

5. PLACAS DE LA RECTIFICADORA, AL ROJO. Medido el aislamiento del filamento de la rectificadora respecto al chasis, con el óhmetro, resulta en cortocircuito. Esta avería es producida por cortocircuito en el condensador de entrada del filtro (C_1).

6. RECEPCIÓN DÉBIL, SIN RECALENTAMIENTO DE NINGÚN ELEMENTO. — Si el voltaje del + A.T. es débil, se debe al agotamiento de la lámpara rectificadora.

7. RECEPCIÓN NULA, SIN SÍNTOMAS DE RECALENTAMIENTO. — El voltaje de A.T. a la salida del filtro es nulo. Esta avería suele ser producida por una falta de circuito en la bobina del filtro.

8. ZUMBIDO DE MODULACIÓN. — Condensador de filtro de la línea de alimentación (C_3) en circuito abierto, toma de tierra del mismo defectuosa o ambas causas simultáneamente.

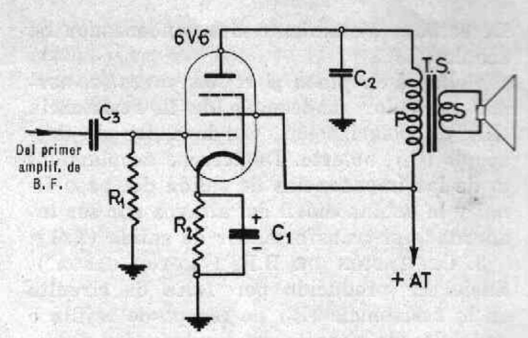


Fig. XX-5. — Circuito típico de paso final de amplificación en audiofrecuencia.

Voltajes y resistencias normales en la unidad de alimentación

La comprobación de los voltajes y resistencias en diferentes puntos de un circuito, nos proporciona una orientación valiosa para localización de las averías.

A continuación incluimos, como haremos en otros pasos del receptor, los valores que podemos considerar normales en la unidad de alimentación.

Resistencias.

Entre los terminales de la clavija de toma de corriente	5 - 15 Ω
Entre el chasis y las placas de la rectificadora	150 - 250 Ω
Entre el chasis y el filamento de la rectificadora	60.000 - 80.000 Ω
Bobina de excitación del altavoz, utilizada como bobina de choque del filtro	1.000 - 2.000 Ω

Voltajes.

Entre terminales del secundario de filamento de la rectificadora	5 V
Entre terminales del secundario de filamento de las lámparas restantes	6,5 V
Entre las placas de la rectificadora y el chasis	250 - 350 V
Entre el filamento de la rectificadora y el chasis	250 - 400 V
Entre el chasis y el + A.T.	200 - 300 V

Amplificador final de audiofrecuencia
(Fig. XX-5).

1. EL RECEPTOR PERMANECE MUDO.

Esta avería suele ser producida con diferentes valores de los voltajes de placa y rejilla pantalla y en todos los casos supondremos que el altavoz está en perfectas condiciones de funcionamiento.

Voltajes de placa y rejilla pantalla, nulos: Deberá localizarse la avería en la unidad de alimentación o en su conexión al primario de T.S.

Voltaje de placa nulo y el de rejilla pantalla bajo: El condensador C_2 de paso de las frecuencias altas, está en cortocircuito.

Voltaje de placa nulo y el de rejilla pantalla normal o excesivo: El primario del transformador de salida (T.S.) en circuito abierto.

Voltaje de placa normal o alto y voltaje de pantalla igual al de placa: Válvula rectificadora débil o resistencia de cátodo (R_2) abierta.

2. AUDICIONES DE MALA CALIDAD.

Voltaje de placa, bajo; voltaje de rejilla pantalla, normal: Lámpara agotada. Cortocircuito del condensador de cátodo (C_1). Resistencia de carga de rejilla (R_1) abierta.

Defectuoso aislamiento del condensador de acoplo (C_3).

Voltajes de placa y rejilla pantalla, normales: Valor inadecuado de la resistencia (R_2) de polarización. Condensador de desacoplo (C_1), abierto. Defectuoso acoplamiento de las impedancias de salida del paso final y la bobina móvil del altavoz por ser inadecuado el transformador de salida (T.S.).

3. OSCILACIÓN DE B.F. ("MOTOR CANOA"). Suele ser producida por falta de circuito en la resistencia (R_1) de escape de rejilla o por falta de circuito del condensador de salida del filtro (C_2, fig. XX-4).

4. OSCILACIÓN DE FRECUENCIA AUDIBLE, PERO SUPERIOR A LA DEL CASO ANTERIOR. — Condensador de salida del filtro, abierto. Condensador C_{12}, abierto. Acoplamiento parásito, entre las conexiones de placa y rejilla.

Conexiones de masa y del circuito de regeneración negativa, invertidas en el secundario de T.S.

Averías en el altavoz

Pueden traducirse en silencio en el receptor o en una audición débil o distorsionada, o ambas cosas simultáneamente.

El silencio puede ser debido a falta de circuito de la bobina móvil o un defecto que impida sus movimientos, o también, si no se trata de un altavoz de imán permanente, porque la bobina de campo, utilizada como choque del filtro, esté en circuito abierto.

Cuando no es utilizada para este fin, la falta de circuito se traduce en falta de volumen de la audición.

La deformación de la audición, acompañada de ruidos extraños puede ser producida por flojedad de alguna de sus partes, bobina móvil descentrada, o con polvo o materias extrañas entre ésta y las piezas polares, deformación o rotura del cono difusor u otras anormalidades de tipo mecánico.

Resistencias.

Entre el cátodo de la lámpara y el chasis	250 - 350 Ω
Entre el chasis y la rejilla de control	500.000 Ω
Entre la placa y el + A.T. .	200 - 600 Ω

La resistencia entre el cátodo y el chasis, es la de R_2 y depende del tipo de lámparas utilizada. La existencia entre placa y + A.T. corresponde al primario del transformador de salida (T.S.).

Voltajes.

Voltajes	Receptor de c.a. Voltios	Receptor universal Voltios
Placa	235	85
Pantalla . . .	250	90
Rejilla	0	0
Cátodo . . .	8-12	4-8

Primer paso de amplificación de audiofrecuencia (Fig. XX-6).

1. AUDICIÓN NULA O DÉBIL. — Condensador de acoplo (C_2) en circuito abierto o derivación a masa de la placa.

Falta de tensión en placa por apertura de la resistencia de carga de placa (R_2). Conexión de rejilla a masa por cortocircuito con el blindaje de su conexión con el potenciómetro de volumen (P_1).

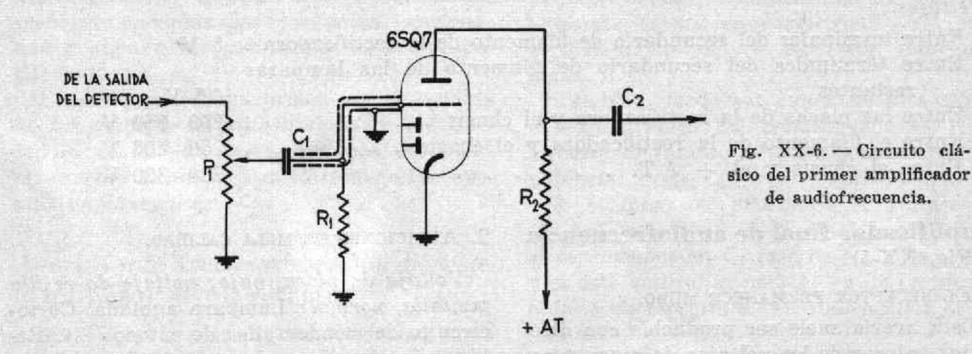


Fig. XX-6. — Circuito clásico del primer amplificador de audiofrecuencia.

2. AUDICIÓN DEFORMADA O DE MALA CALIDAD. — Si la tensión de placa es normal compruébese si el condensador C_1 está en cortocircuito o falto de aislamiento. Compruébese también el valor de la resistencia de escape de rejilla (R_1).

Si la tensión de placa es baja, deberá comprobarse el condensador de acoplo (C_2), que puede estar en cortocircuito o con fugas.

3. "MOTOR CANOA". — Suele ser producido por falta de circuito en la resistencia de escape de rejilla (R_1).

4. ZUMBIDO. — Si los voltajes de alimentación de los electrodos de la lámpara son los normales, deberá comprobarse el estado de la misma.

Si estuviese en buenas condiciones de funcionamiento, compruébense las conexiones de rejilla, desde el potenciómetro de control de volumen (P_1) hasta la lámpara.

5. RECEPCIÓN CON INTERMITENCIAS. — El nivel de la audición decrece progresivamente, hasta anularse.

Esta avería puede ser producida por mal estado de la lámpara, potenciómetro P_1 defectuoso o falta de circuito intermitente en los condensadores de acoplo C_1 y C_2.

Resistencias.

Entre el chasis y el cátodo. La correspondiente a la resistencia de cátodo: En el caso de la fig. XX-6 será 0.
Entre el chasis y la rejilla. 1 MΩ.
Entre placa al + de A.T. 250.000 Ω.

Voltajes.

Electrodo	Receptor de c.a. Voltios	Receptor universal Voltios
Placa . . .	100-170	40-60
Rejilla . .	0	0
Cátodo . .	Según la lámpara utilizada.	Según la lámpara utilizada.

Paso detector y control automático de volumen (Fig. XX-7).

1. RECEPTOR MUDO. — La falta de audición puede ser debida a las siguientes causas:

La lámpara defectuosa, transformador de F.I. (T.F.I.2) averiado, incorrecta alineación de este transformador, falta de circuito en la resistencia del filtro (R_1) o cortocircuito de los condensadores asociados o potenciómetro de volumen (P_1) defectuoso.

2. ZUMBIDO. — Lámpara defectuosa. Mal aislamiento de las conexiones de los diodos o del retorno de placa.

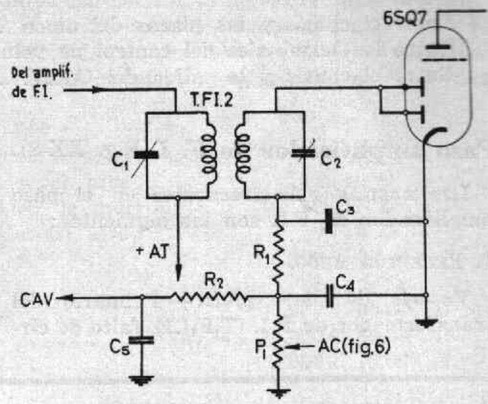


Fig. XX-7. — Circuito típico del paso detector y C.A.V.

3. RECEPCIÓN DÉBIL. — Alineación incorrecta. Condensador (C_5) u otros asociados al C.A.V. en circuito abierto.

4. INESTABILIDAD, SILBIDO Y MALA CALIDAD DE LA AUDICIÓN. — Mal funcionamiento del C.A.V. Si el receptor está equipado con indicador visual de sintonía, éste no se cierra totalmente.

5. DESVANECIMIENTO.—Resistencia del circuito de C.A.V. en circuito abierto. Condensador de paso del retorno de rejilla del C.A.V. en circuito abierto o cruzados. Aislamiento insuficiente de los condensadores C_1 y C_2.

6. RUIDOS. — Lámpara defectuosa, contactos imperfectos, contacto defectuoso en cualquier conexión o del blindaje de la lámpara y masa.

Resistencias.

Primario del transformador de F.I.	Con núcleo de hierro	5 - 15 Ω
	Con núcleo de aire	30 - 50 Ω
Secundario del transformador de F.I.	Con núcleo de hierro	5 - 15 Ω
	Con núcleo de aire	30 - 50 Ω
Entre el chasis y las placas del diodo		500.000 Ω
Entre los terminales del control de volumen (P_1)		500.000 Ω
Entre el chasis y la salida del C.A.V.		1.500.000 Ω

Paso amplificador de F. I. (Fig. XX-8).

Las averías más frecuentes en el paso amplificador de F.I. son las siguientes:

1. Receptor mudo.

Voltaje de placa nulo. — Primario del transformador de F.I. (T.F.I.1) falto de circuito. Cortocircuito en el condensador (C_7) de paso de la alimentación de placa. Circuito de placa abierto en la resistencia de alimentación (R). Derivación de placa a masa a través del blindaje de la lámpara.

Voltaje de pantalla, nulo. — Cortocircuito en el condensador de desacoplo (C_7) o resistencia de alimentación de la rejilla pantalla (R_2) en circuito abierto.

Voltaje excesivo en cátodo. — Falta de circuito en la resistencia de polarización (R_1).

Voltaje de cátodo, nulo. — Cortocircuito en el condensador (C_6) de paso de cátodo. Probablemente esta avería acompañada de distorsión.

2. Audición débil.

Si todos los voltajes de polarización de los electrodos de la lámpara amplificadora de F.I. son normales, la avería puede ser debida a las causas siguientes:

Lámpara defectuosa o agotada. Falta de aislamiento del condensador ajustable (C_2) asociado al secundario del transformador F.I. (T.F.I.1).

Condensador de paso del C.A.V. (C_5) en circuito abierto. Falta de circuito en el condensador de paso de cátodo (C_6). Defectuosa alineación del transformador de F.I. (T.F. I.1).

3. Ruido.

Cuando este ruido no es debido a conexiones defectuosas o falsas soldaduras puede ser producido por defecto de la lámpara amplificadora de F.I. Envejecimiento con corrosión de los arrollamientos del transformador de F.I. (T.F.I.1).

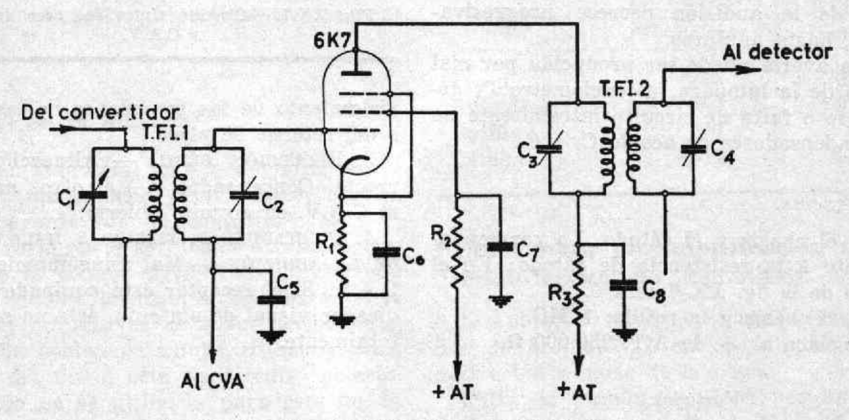


Fig. XX-8. — Circuito típico del paso amplificador de F.I.

4. Oscilaciones y silbidos.

Condensador de paso de la alimentación de pantalla (C_7), abierto.

Defectuosa conexión a masa del blindaje. Lámpara defectuosa. Condensador de paso (C_5) falto de circuito. Condensador de paso de alimentación de placa (C_8) abierto. Falta de aislamiento en el conductor de conexión.

Resistencias.

Primario del transformador de F.I.	Con núcleo de hierro . .	5 - 15 Ω
	Con núcleo de aire . . .	30 - 50 Ω
Secundario del transformador de F.I.	Con núcleo de hierro . .	5 - 15 Ω
	Con núcleo de aire . . .	30 - 50 Ω
Entre cátodo y chasis		300 - 500 Ω
Entre rejilla de mando y chasis		1 - 1,5 Ω
Entre rejilla pantalla y chasis		100.000 - 150.000 Ω
Entre rejilla pantalla y + A.T.		50.000 - 80.000 Ω
Entre placa y + A.T.		5.000 - 10.000 Ω

Voltajes.

Electrodo	Receptor de c.a. Voltios	Receptor universal Voltios
Placa . . .	250	90
Pantalla . .	100	90
Cátodo . .	3	3

Paso de conversión de frecuencia (Fig. XX-9).

1. Receptor mudo.

Sección de R.F. — Falta de circuito o cortocircuito a masa en alguno de los devanados (L_1-L_2) de la bobina de antena. Cortocircuito del trimmer (C_3) o del condensador de bloqueo (C_4). Cortocircuito en alguna de las dos secciones (C_1 ó C_2) del tándem.

Si la tensión de placa es nula las causas pueden ser: la falta de circuito del primario del primer transformador de F.I. (T.F.I.1); falta de circuito de la resistencia de alimentación de placa (R_5) o cortocircuito en el condensador de desacoplo (C_{11}). La falta de tensión en la rejilla pantalla puede ser producida por falta de circuito en la resistencia de alimentación (R_4) o cortocircuito en el condensador de desacoplo (C_{10}).

Sección osciladora. — Si la tensión de placa osciladora es nula, la avería puede ser producida por las siguientes causas:

Falta de circuito en la resistencia de alimentación (R_6) o en el secundario (L_4) de la bobina osciladora. Cortocircuito en el condensador de paso (C_9).

Mala conexión o defectuoso contacto del soporte de la lámpara.

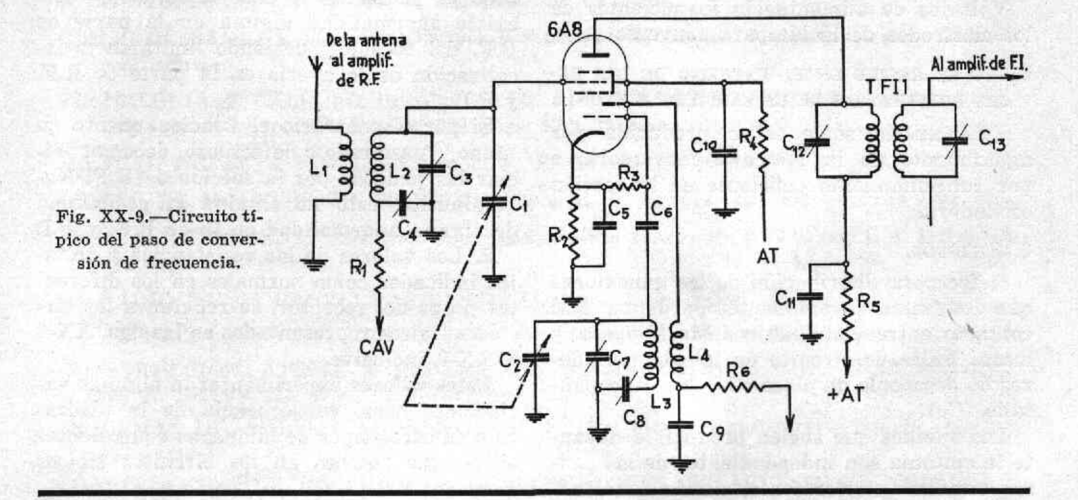


Fig. XX-9.—Circuito típico del paso de conversión de frecuencia.

Si la tensión de placa es normal, la falta de funcionamiento de la sección osciladora puede ser producida por:

Falta de circuito en el condensador de acoplo (C_6) o en la resistencia de escape de la rejilla osciladora.

Cortocircuito en la sección osciladora (C_2) del tándem o en el devanado (L_3) de la bobina osciladora.

Falta de circuito en las resistencias de cátodo R_2 o en la de escape de rejilla (R_3).

2. Zumbido.

Lámpara defectuosa por contacto entre filamento y cátodo. Falta de circuito en el secundario (L_2) de la bobina de antena. Excesiva proximidad entre las conexiones de rejilla y filamento de la conversora. Condensadores de desacoplo de placa (C_{11}) rejilla pantalla (C_{10}) o de la placa osciladora (C_9) faltos de circuito o de insuficiente capacidad.

3. Recepción débil.

Condensador de cátodo (C_5) en circuito abierto. Condensador C_{11} de desacoplo de placa interrumpido. Alineación incorrecta. Desacoplo entre los devanados de la bobina osciladora L_3-L_4 o fugas en los condensadores C_7 y C_8. Falta de aislamiento en los condensadores C_2 ó C_9.

4. Recepción intermitente.

Lámpara defectuosa. Contactos imperfectos por oxidación o soldaduras defectuosas en las bobinas de antena y osciladora. Valor incorrecto de la resistencia de escape de rejilla (R_3) del oscilador local.

Voltajes de alimentación insuficientes de los electrodos de la lámpara conversora.

5. No se recibe en el extremo de las bajas frecuencias de la banda de sintonía.

Esta avería suele estar producida por agotamiento de la lámpara conversora, o por funcionamiento deficiente de la sección osciladora.

6. Silbidos.

Defectuosa distribución de las conexiones que determina acoplamientos parásitos. Mal contacto entre el blindaje de la lámpara y masa. Falta de circuito en los condensadores de desacoplo de placa (C_{11}) y rejilla pantalla (C_{10}).

Los silbidos que suelen producirse durante la sintonía son independientes de las causas citadas anteriormente, siendo debidos a la frecuencia imagen de las de trabajo de las emisoras de la misma gama.

7. Ruidos y oscilaciones parásitas.

Resistencias defectuosas que establecen contactos de resistencia variable.

Estas anormalidades pueden afectar a las resistencias de cátodo (R_2) y de polarización de placa (C_{11}) y de rejilla pantalla (C_{10}).

También pueden ser debidas a contactos imperfectos o tomas de masa defectuosas, exceso de sensibilidad, acoplamientos parásitos entre la conexión de antena y de salida de la conversora o entre las conexiones de rejilla de la conversora y la amplificadora de F.I., que deberá ser blindada.

Condensador (C_6) de acoplamiento de rejilla defectuoso. Acoplamiento excesivo entre los devanados de L_3 y L_4 de la bobina osciladora. Trimmers flojos o contactos imperfectos en los terminales de antena y tierra.

Observaciones importantes

1. En los receptores provistos con toma para fonocaptor se simplifica considerablemente la localización de las anormalidades de los receptores.

De hecho, el receptor estará dividido en dos secciones; una la comprendida entre la toma de antena y la del pick-up, que es la de R.F. y F.I. y la otra desde la toma de pick-up hasta el altavoz, que es la de amplificación en B.F.

En consecuencia, si se prueba el funcionamiento del receptor en "fono" y el resultado es perfecto, no cabe duda de que no existe anormalidad alguna en la parte de B.F. del receptor, debiendo limitarse la localización de la avería en la parte de R.F. y F.I.

Si por el contrario el funcionamiento en "fono" fuese nulo o defectuoso, debemos iniciar las pruebas por la sección de B.F. Naturalmente, esto no elimina la posibilidad de alguna anormalidad en la de R.F. y F.I.

2. Los valores de las resistencias y voltajes indicados como normales en los diferentes pasos del receptor, se refieren a los circuitos típicos representados en las figs. XX-4 a XX-9 inclusive.

Estos valores experimentarán algunas variaciones como consecuencia de la utilización de otros tipos de lámparas equivalentes a las que figuran en los circuitos típicos mencionados.

ELECTRÓNICA

MANUAL DE COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA, por PENDER y MC. ILWAIN.

Tomo I. 1.066 págs. 15 × 22 cms.
Tomo II. 826 págs. 15 × 22 cms.

CALIBRACIÓN, AJUSTE Y REPARACIÓN (3.ª edición), por J. DE IVANA, 246 págs. 14 × 16 centímetros.

OSCILÓGRAFO DE RAYOS CATÓDICOS, por G. ZWICK, 128 págs. 14 × 22 cms.

INSTALACIONES MEGAFÓNICAS, por G. S. CORNISH, 90 págs. 14 × 22 cms.

GRABACIÓN DE DISCOS, por R. H. DORF, 106 págs. 14 × 22 cms.

ELEMENTOS DE RADIO REPARACIÓN (4.ª edición), por MARCUS y LEVY, 446 páginas. 17 × 25 cms.

INSTRUMENTOS DE PRUEBA PARA RADIO, por GERNSBACK, 90 págs. 14 × 22 cms.

TRANSISTORES, por M. MARÍN, 144 págs. 14 × 22 cms.

LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS DE METALES, por H. S. RENNE, 104 págs. 14 × 22 centímetros.

TÉCNICA Y PRÁCTICA DE LA MODULACIÓN DE FRECUENCIA, por M. MARÍN, 164 páginas. 14 × 22 cms.

PRINCIPIOS DE LAS CALCULADORAS NUMÉRICAS AUTOMÁTICAS, por P. NASLÍN, 240 págs. 11 × 17 cms.

EL OSCILÓGRAFO EN SERVICIO, por F. HAAS, 226 págs. 14 × 22 cms.

LA RADIO EN ESQUEMAS (2.ª edición), por J. DE IVANA, 200 págs. 14 × 22 cms.

MAGNETOFONOS, por M. MARÍN, 120 págs. 14 × 22 cms.

CURSO DE RADIO Y TELEVISIÓN, por E. CUBERO y M. MARÍN, 2 tomos, 514 págs. 12 × 17 centímetros.

TECNOLOGÍA Y CÁLCULO PRÁCTICO DE LOS SERVOSISTEMAS *(Reguladores y servomecanismos)*, por P. NASLÍN, 398 págs. 17 × 25 cms.

MANUAL DE ALTA FIDELIDAD, por W. F. BOYCE, 134 págs. 14 × 22 cms.

DISEÑO DE MODELOS TELEDIRIGIDOS, por E. I. SAFFORD, JR., 192 págs. 14 × 22 cms.

MANUAL DE ANTENAS *(Sistemas de recepción aérea para radio y TV)*, por I. A. DAVIDSON, 134 págs. 14 × 22 cms.

LA RADIO EN 359 PROBLEMAS RESUELTOS, por J. DE IVANA, 358 pág., 14 × 22.

LA TELEVISIÓN EN 20 LECCIONES, por E. CUBERO y M. MARÍN (2.ª edición).

CONSTRUCCIÓN, AJUSTE Y REPARACIÓN DE RECEPTORES CON TRANSISTORES, por R. BESSON, 128 págs., 14 × 22.

ESQUEMAS DE AMPLIFICADORES DE B. F. (Válvulas y transistores), por R. BESSON, 152 págs., 14 × 22.

CONSTRUCCIÓN DE RECEPTORES Y TRANSISTORES, ESTACIONES EXPERIMENTALES DE RADIO (5.ª Categoría), por GERNSBACK, 80 págs., 14 × 22.

LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS DE TV. POR LA MIRA ELECTRÓNICA, por W. SOROKINE, 72 págs. ilustradas, 27 × 16.

EMISIÓN Y RECEPCIÓN POR ONDAS CORTAS, por CH. GUIBERT, 308 págs., 270 figuras y esquemas, 17 × 24.

¿EL TRANSISTOR?... ¡PERO SI ES MUY FÁCIL!, por E. AISBERG, 148 págs., numerosas figuras, 16 × 22.

TRANSISTORES PARA RECEPTORES DE AM Y FM, AMPLIFICADORES DE B.F. Y REPARACIONES, por G. DAMMERS y otros (Colección Miniwatt), 240 págs., 14 × 22.

LA PRÁCTICA DE LAS ANTENAS, por CH. GUIBERT.

LA PRÁCTICA DEL OSCILOSCOPIO, por F. KLINGER.

EL RADAR Y SUS APLICACIONES, por MARIANO VELASCO, 250 págs., 93 figs., 17 × 12 cms.

ELECTROTECNIA

INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS DE MEDIDA, por E. FONOLL, 192 págs. 14 × 22 cms.

LECCIONES DE ELECTRICIDAD, por J. NEY.
Tomo I. 304 págs. 14 × 22 cms.
Tomo II. 252 págs. 14 × 22 cms.

TRATADO PRÁCTICO DE REFRIGERACIÓN, por J. ALARCÓN CREUS, 280 págs. 17 × 25 centímetros.

MANUAL DEL INGENIERO ELECTRICISTA, por PENDER y DEL MAR.
Tomo I. 1.088 págs. 15 × 22 cms.
Tomo II. 940 págs. 15 × 22 cms.

TÉCNICA DE LA PROYECCIÓN CINEMATOGRÁFICA, por S. CAMÓS SAYS, 544 páginas. 17 × 25 cms.

TRANSFORMADORES, por F. L. SINGER, 216 págs. 14 × 22 cms.

EQUIPOS PARA EL CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS, por P. H. HARWOOD, 424 páginas. 17 × 25 cms.

ELECTROMEDICINA, por F. DEL MORAL, 256 págs. 14 × 22 cms.

PEQUEÑOS TRANSFORMADORES, por R. KÜHN, 136 págs. 17 × 25 cms.

EQUIPO ELÉCTRICO DEL AUTOMÓVIL, por W. H. CROUSE, 346 págs. 17 × 25 cms.

RELOJES ELÉCTRICOS Y EQUIPOS DE SEÑALIZACIÓN, por L. LEHOTZKY, 192 páginas. 14 × 22 cms.

FORMULARIO DE ELECTRICIDAD PRÁCTICA, por A. ALASTRUÉ, 192 págs. 14 × 17 cms.

VADEMÉCUM DEL BOBINADOR, por M. MAZZOCHI, 216 págs. 14 × 22 cms.

MEDIDAS ELÉCTRICAS Y SUS APLICACIONES, por I. F. KINNARD, 516 págs. 17 × 25 cms.

PEQUEÑOS MOTORES ELÉCTRICOS, por R. BEYAERT, 280 págs. 14 × 22 cms.

EMPLEO Y CARGA DE ACUMULADORES ELÉCTRICOS, por R. A. HARVEY, 386 páginas. 17 × 25 cms.

CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE EQUIPOS ELÉCTRICOS, por CH. I. HUBERT, 224 páginas. 14 × 22 cms.

ASCENSORES Y MONTACARGAS, por G. TEXIER, 160 págs. 14 × 22 cms.

ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE EN VERANO E INVIERNO, por R. E. HOLMES, 298 páginas. 17 × 25 cms.

TRATADO DE BOBINADOS, por F. L. SINGER, 408 págs., 15 × 23.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS, por CH. LAMBERT, 162 págs., 80 figuras, 14 × 22.

TRANSFORMADORES, por R. VILANOVA, 224 págs., 148 figuras, 14 × 22.

ESQUEMAS DE ELECTRICIDAD, por E. BARRY, 224 págs., 14 × 22.

BOBINADO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS, por F. RASKOP.

VARIOS

FUNDAMENTOS DE MECÁNICA, por DULL y NEWLIN, 288 págs. 17 × 25 cms.

PRINCIPIOS DE ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE TENSIONES MECÁNICAS, por M. B. MOORE, 176 págs. 14 × 20 cms.

MANUAL BÁSICO DE CÁLCULO DE COSTOS, por A. GOXENS DUCH, 268 págs. 14 × 22 centímetros.

LA PUBLICIDAD EN 10 LECCIONES, por A. MARCELLIN, 192 págs. 14 × 22 cms.

ELEMENTOS DE ECONOMÍA POLÍTICA, por POLY y ROCHE, 502 págs. 15 × 23 cms.

ESTADÍSTICA, por J. LÓBEZ URQUÍA, 132 págs. 15 × 23 cms.

MATEMÁTICA FINANCIERA, por J. LÓBEZ, 548 págs., 17 × 24.

LA REGLA DE CÁLCULO, por R. TUDIN, 158 págs., 14 × 16.

LEGISLACIÓN DEL TRABAJO Y SEGUROS SOCIALES, por F. SÁNCHEZ-VENTURA, 278 páginas, 14 × 22.

REACTORES NUCLEARES, por TH. REIS, 148 págs., 17 × 24.

¿LAS MATEMÁTICAS?... ¡PERO SI SON MUY FÁCILES!, por F. KLINGER, 212 págs., 14 × 22.

ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL, por P. BARBIER, 144 págs., 68 figuras, 14 × 22.

ARITMÉTICA MERCANTIL, por J. LÓBEZ, 162 págs., 16 × 22.

EL TRACTOR AGRÍCOLA, por F. DE CHABERT, 136 págs., 74 figuras, 14 × 22.

EL PLAN CONTABLE INTERNACIONAL (Sus aplicaciones prácticas), por M. E. H. R. MOMMEN, 232 págs., 14 × 22.

CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL FOTOGRÁFICO Y DE PROYECCIÓN, por CH. LAMBERT, 260 págs., 14 × 22.

CONSTRÚYASE SUS PROPIOS MUEBLES, por R. GILSON, 140 págs., 14 × 22.

LA PRESTIDIGITACIÓN EN 10 LECCIONES, por A. DAROCA, 220 págs., 14 × 22.

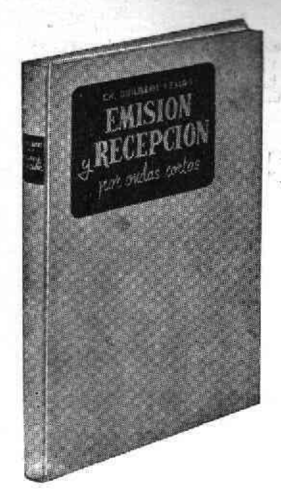
¿LA FOTOGRAFÍA?... ¡PERO SI ES MUY FÁCIL!, por CH. LAMBERT, 128 págs. en couché, 14 × 22.

RADIOISÓTOPOS PARA LA INDUSTRIA, por ROCHLIN y SCHULTZ.

ELEMENTOS DE FÍSICA GENERAL, por MARIANO VELASCO.
Tomo I. *Mecánica y Termología*, 426 págs., 227 figs., 17 tablas, 17 × 25 cms.
Tomo II. *Óptica y Electricidad*, 384 págs., 311 figs., 6 tablas, 17 × 25 cms.

FÍSICA GENERAL, PRÁCTICAS DE LABORATORIO, por MARIANO VELASCO, 275 prácticas, 308 págs., 13 tablas, 117 figs., 15 × 22 cms.

ELEMENTOS DE FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR, por MARIANO VELASCO, 262 págs., 149 figuras, 8 tablas, 17 × 25 cms.



EMISION Y RECEPCION POR ONDAS CORTAS

Autor: **CH. GUILBERT (F. 3 L. C.)**

Traducido al castellano por L. [illegible]

Un magnífico volumen de 17 x 24 cms., [illegible]

308 páginas. 270 figuras y esquemas, con dos [illegible]

Uno de los más veteranos radioaficionados, Ch. Guilbert (F 3L G), colaborador de "Toute la Radio", nos presenta un nuevo y sorprendente libro sobre emisión.

Es, gracias a su larga experiencia — se le considera como uno de los primeros "amateurs" europeos —, que nos ha podido brindar la obra más práctica y eficaz que hasta ahora se ha publicado.

Se trata de una obra constructiva que resuelve satisfactoriamente la mayoría de los problemas que se presentan al radioaficionado, explicando siempre el "cómo" y el "porqué" de los mismos.

El autor, en lugar de ofrecer una colección de esquemas, la mayor parte inpracticables, nos ofrece una selección de los mismos, teniendo en cuenta soluciones ideales y tipos experimentados por el mismo.

Nada ha sido dejado al azar. El estilo es claro y preciso. Las descripciones cautivadoras, pudiendo ser comprendidas y asimiladas por todo el mundo.

El interés despertado en Francia a raíz de su aparición nos permite asegurar que a no tardar se convertirá en el libro "base" de todo radioaficionado, estando seguros de que los acostumbrados a la literatura americana sobre emisión, esta obra se les aparecerá como surgida de un mundo totalmente distinto.

MARCOMBO, que ha ofrecido libros sobre emisión de tanta calidad como THE RADIO HANDBOOK avala con todo su prestigio esta producción y tiene la seguridad de que con la misma presta un nuevo servicio a todos los aficionados.

CONSTRUCCION DE RECEPTORES Y TRANSMISORES

Estaciones Experimentales de Radio (5.ª Categoría)

2.ª edición. De la «GERNSBACK LIBRARY». 80 páginas. 14 × 22 cms. 43 grabados.

Describe modelos seleccionados de receptores de primera calidad que acreditan cualquier estación de aficionado y varios transmisores de gran rendimiento, desde un equipo de poca potencia transportable en un maletín hasta uno soberbio de un cuarto de kilovatio, y uno de microondas que puede oscilar en 1.200 megaciclos. Todos los aparatos han sido diseñados y construidos por aficionados expertos siguiendo las prácticas americanas más modernas y son reproducibles. Esta obrita viene a ser un *Handbook* resumido.

Extracto del índice. — Receptores: Aparato miniatura para comunicaciones. Un selecto receptor de 13 válvulas. — Transmisores: Modelo económico ampliable desde una a tres etapas. Modelo de 50 vatios en onda continua. Modelo de 3 válvulas de haces de potencia, tipo de armario. Modelo de 430 Mc con válvula 6F4. Modelos para c. a. y c. c. — Equipo accesorio: Suministro de potencia. Antena giratoria para azotea. Reforzador de señal. Frecuencímetros.

Ediciones Técnicas MARCOMBO, S. A. - Barcelona